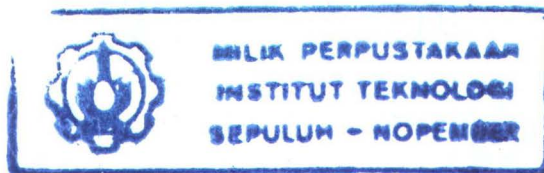
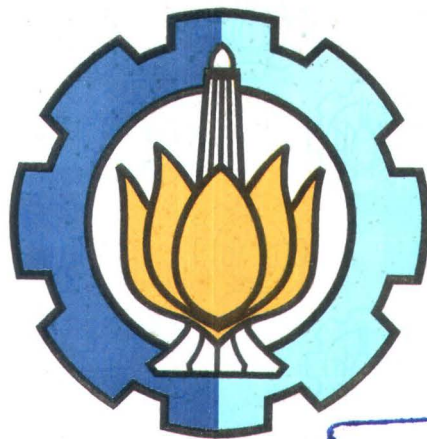


22203/H/05



**TUGAS AKHIR
(LK 1347)**

**ANALISIS HAMBATAN DAN STABILITAS KAPAL
TRADISIONAL MANDAR**



RSPe
623.82
Fair
9-1
2005

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	6-11-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	201 704

Disusun Oleh :

IVAN MIRZA FAIRUZABADI
NRP. 4197 100 050

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS HAMBATAN DAN STABILITAS KAPAL
TRADISIONAL MANDAR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada :

Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, Januari 2005

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

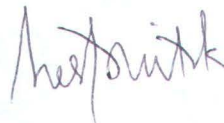


Ir. I. Ketut Aria Pria Utama, M.Sc, Ph.D

NIP : 132 007 645



Dosen Pembimbing II



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc

NIP : 132 085 799

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS HAMBATAN DAN STABILITAS
KAPAL TRADISIONAL MANDAR**

Telah Direvisi Sesuai dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada

Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Mengetahui / Menyetujui

Surabaya, Januari 2005

Dosen pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc, Ph.D

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc

NIP. 132 007 645

NIP. 132 085 799



ABSTRAK

Di Indonesia terdapat berbagai jenis kapal kayu tradisional. Salah satu daerah yang terkenal memiliki beberapa jenis kapal kayu tradisional adalah daerah Mandar di Sulawesi Selatan. Jenis-jenis kapal tradisional tersebut antara lain kapal Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa. Diantara ketiga jenis kapal tersebut yang paling terkenal adalah kapal Sandeq. Bahkan terdapat lomba kapal layar yang terkenal dengan nama *Sandeq Race*. Dalam kaitan ini menarik untuk di kaji bagaimana kemampuan kapal-kapal tersebut jika ditinjau dari segi hambatan dan stabilitas. Dari segi hambatan, bagaimana pengaruh cadik terhadap besarnya nilai hambatan kapal. Kemudian bagaimana koefisien hambatan dari ketiga jenis kapal tersebut. Dari segi stabilitas, bagaimana kemampuan stabilitas ketiga jenis kapal tersebut.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa cadik memiliki pengaruh terhadap besarnya hambatan kapal. Dari perhitungan hambatan yang dilakukan menunjukkan kapal dengan memakai cadik memiliki hambatan yang lebih besar dibandingkan dengan kapal yang tidak menggunakan cadik. Dari segi hambatan, dari ketiga jenis kapal tradisional Mandar tersebut kapal sandeq memiliki koefisien hambatan yang lebih kecil dibandingkan dengan soppe dan lepa-lepa. Dari perhitungan stabilitas yang dilakukan juga menunjukkan bahwa kapal-kapal tradisional Mandar yang menggunakan cadik memiliki kemampuan stabilitas yang jauh lebih baik dibandingkan jika kapal-kapal tersebut tidak menggunakan cadik. Sehingga dari sini dapat diketahui bahwa cadik memiliki pengaruh baik terhadap hambatan kapal maupun terhadap stabilitas kapal. Di satu sisi keberadaan cadik menambah hambatan kapal, namun di sisi lain keberadaan cadik sangat diperlukan untuk membantu performa kapal dalam hal stabilitas.

ABSTRACT

There are many types of traditional wooden ships in Indonesia. One of place which is famously known with its various type in wooden ships is Mandar, South Sulawesi. The ships are Sandeq, Soppe and Lepa-lepa. The most famous between those three types is Sandeq. There is even a sailing ships race called Sandeq Race. It is interesting to observe the ability of those Ships by their resistance and stability. By the resistance we'll learn the influence of the outrigger to the value of ships resistance and their resistance coefficient. It is also knowing the ability of their stability.

The result of this research show that the outrigger has influence to the ships resistance. From its calculation shows that ships with outrigger have bigger resistance than non-outrigger ones. From those three types of mandarans, Sandeq has resistance coefficient less than Soppe and Lepa-lepa. From the stability calculation shows that Mandaran traditional ships with outrigger have their stability more better than if they're not using it. Based on this, it is known that outrigger has good influence to the ships resistance and stability. Eventhough outrigger increases the ships resistance, but it can help the ships performance in their stability.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil ‘alamin, Segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kekuatan kepada penulis hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul:

“ANALISIS HAMBATAN DAN STABILITAS KAPAL TRADISIONAL MANDAR”

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademis pada jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Dalam kondisi yang hampir kehilangan semangat juang serta motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, dorongan dari berbagai pihaklah yang akhirnya membuat penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Umi dan Ayah, yang tiada henti-hentinya memberikan dorongan dan senantiasa berdoa untuk putranya yang nakal ini agar di beri kekuatan lahir batin sehingga bisa segera menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini penulis dedikasikan untuk beliau berdua.
2. Bapak Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar mengarahkan penulis agar bisa mengerjakan Tugas Akhir ini dengan benar.
3. Ibu Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc, selaku dosen pembimbing II yang terus sabar membimbing dan mendorong penulis agar cepat lulus.

4. Bapak Ir. Triwilaswandio M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
5. Bapak Dr.Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan ITS.
6. Bapak Ir. I Gusti Made Santosa selaku dosen wali penulis yang tanpa bosan memotivasi penulis agar cepat selesai.
7. kakakku Iva, Adik-adikku Iwan dan Ita yang selalu bertanya kapan lulus?
8. Maharani Lestari, terima kasih untuk kesabaran, perhatian dan cintanya.
9. Dany "Lope" Pardede, rekan begadang tiap malam untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Perkapalan angkatan '97 atas kebersamaannya selama ini.
11. Hasanudin, Odham dan Addin, untuk tutorial Maxsurfnya.
12. Arek-arek kos A-18 (Edi, Ucis, Kojek, Yusman, Kadek, Didik, Edo, Rozak dll) thanks telah memberi arti sebuah persahabatan.
13. Teman-teman FISIP UNAIR yang memberi semangat dengan sindiran-sindirannya. Kok nggak lulus-lulus, betah ta?
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karenanya saran dan kritik sangat penulis harapkan.

Surabaya, Januari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Perumusan Masalah	1-2
1.3 Batasan Masalah	1-3
1.4 Tujuan Penulisan	1-4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hambatan Kapal	2-1
2.2 Perhitungan Hambatan dengan Metode Holtrop	2-5
2.2.1. Hambatan Gesek Kapal	2-4
2.2.2. Hambatan Gelombang	2-6
2.2.3. Hambatan Korelasi Kapal Model	2-8
2.2.4. Hambatan Penambahan Tekanan Pada Daerah Transom yang Terbenam	2-8
2.3 Teori Stabilitas Kapal	2-9
2.3.1. Gambaran Umum Stabilitas	2-9
2.3.2. Diagram Stabilitas Statis	2-14
2.3.3. Diagram Stabilitas Dinamis	2-19
2.4 Maxsurf Pro dan Hull Speed	2-21
2.4.1 Sub-sub Program Maxsurf	2-21

2.4.2 Maxsurf Professional	2-22
2.4.3 Program Hull Speed	2-26
2.4.4 Hydromax Professional	2-28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Permasalahan	3-1
3.1.1. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan	3-1
3.1.2. Batasan dan Asumsi yang Berlaku	3-3
3.1.3. Ruang Lingkup Masalah	3-3
3.1.4. Tools yang digunakan	3-3
3.2 PENGUMPULAN DATA	3-3
3.2.1. Studi Pustaka	3-4
3.3 PEMBUATAN MODEL KAPAL	3-4
3.4 Penyajian Data Hasil Perhitungan	3-7
3.5 Analisa dan Pembahasan	3-7
3.6 Penarikan Kesimpulan	3-8

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal	4-1
4.2 Perhitungan Karakteristik Badan Kapal	4-1
4.3 Perhitungan Angka Froude	4-3
4.4 Perhitungan Hambatan Kapal	4-4
4.4.1. Perhitungan Hambatan Kapal Sandeq tanpa Cadik	4-5
4.4.2. Perhitungan Hambatan Kapal Soppe tanpa Cadik	4-7
4.4.3. Perhitungan Hambatan Kapal Lepa-lepa tanpa Cadik	4-9
4.5 Perhitungan Hambatan Kapal dengan Menggunakan Cadik	4-11
4.5.1. Perhitungan Hambatan Kapal Sandeq dengan Cadik	4-12
4.5.2. Perhitungan Hambatan Kapal Soppe dengan Cadik	4-14
4.5.3. Perhitungan Hambatan Kapal Lepa-lepa dengan Cadik	4-16
4.6 Perhitungan Stabilitas	4-18
4.6.1. Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq tanpa Cadik	4-19

4.6.2. Perhitungan Stabilitas Kapal Soppe tanpa Cadik	4-23
4.6.3. Perhitungan Stabilitas Kapal Lepa-lepa tanpa Cadik	4-27
4.6.4. Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq dengan Cadik	4-31
4.6.5. Perhitungan Stabilitas Kapal Soppe dengan Cadik	4-35
4.6.6 Perhitungan Stabilitas Kapal Lepa-lepa dengan Cadik	4-39
4.7 Analisa Hambatan	4-44
4.8 Analisa Stabilitas	4-49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-3

DAFTAR PUSTAKA

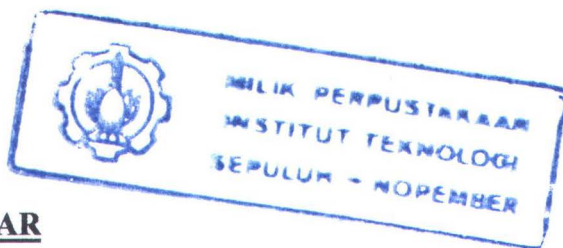
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Ukuran Utama Kapal	1-3
Tabel 2.1	Nilai C_{stern}	2-6
Tabel 4.1	Data Utama Kapal	4-1
Tabel 4.2	Nilai Karakteristik Lambung Kapal	4-2
Tabel 4.3	Froude Number Untuk Tiap Kecepatan	4-3
Tabel 4.4	Hambatan dan Koefisien Hambatan Kapal Sandeq tanpa cadik	4-5
Tabel 4.5	Hambatan dan Koefisien Hambatan Kapal Soppe tanpa Cadik	4-7
Tabel 4.6	Hambatan dan Koefisien Hambatan Lepa-lepa tanpa Cadik	4-9
Tabel 4.7	Hambatan dan Koefisien Hambatan Sandeq dengan Cadik	4-12
Tabel 4.8	Hambatan dan Koefisien Hambatan Soppe dengan Cadik	4-14
Tabel 4.9	Hambatan dan Koefisien Hambatan Lepa-lepa dengan Cadik	4-16
Tabel 4.10	Penentuan Load case berat kosong kapal Sandeq tanpa cadik	4-20
Tabel 4.11	Perhitungan stabilitas berat kosong kapal sandeq tanpa cadik	4-20
Tabel 4.12	Penentuan Load Case Sandeq tanpa cadik dengan 2 Penumpang	4-21
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan stabilitas Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang	4-21
Tabel 4.14	Penentuan Loadcase 3 Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang + muatan	4-22
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan stabilitas Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang + muatan	4-22
Tabel 4.16	Penentuan load case berat kosong kapal soppe tanpa cadik	4-23

Tabel 4.17	Hasil perhitungan stabilitas berat kosong Soppe tanpa cadik	4-24
Tabel 4.18	Penentuan load case kapal soppe tanpa cadik dengan 2 penumpang	4-24
Tabel 4.19	Hasil perhitungan stabilitas kapal Soppe dengan 2 penumpang	4-25
Tabel 4.20	Hasil perhitungan stabilitas kapal Soppe dengan 2 penumpang + Muatan	4-26
Tabel 4.21	Hasil perhitungan stabilitas kapal Soppe dengan 2 penumpang + Muatan	4-26
Tabel 4.22	Penentuan loadcase berat kosong Lepa-lepa Tanpa Cadik	4-27
Tabel 4.23	Hasil Perhitungan stabilitas berat kosong Lepa-lepa Tanpa Cadik	4-28
Tabel 4.24	Penentuan load case kapal lepa-lepa dengan 1 penumpang	4-28
Tabel 4.21.	Hasil Perhitungan stabilitas kapal lepa-lepa Tanpa Cadik dengan 1 penumpang	4-29
Tabel 4.22.	Load Case Lepa-lepa Tanpa Cadik dengan Penumpang + Muatan	4-30
Tabel 4.23.	Hasil Perhitungan stabilitas kapal lepa-lepa Tanpa Cadik dengan 1 penumpang	4-30
Tabel 4.24	Load Case Berat Kosong Kapal Sandeq Cadik	4-31
Tabel 4.25	Hasil Perhitungan Berat Kosong Stabilitas Sandeq Cadik	4-32
Tabel 4.26	Load Case Kapal Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang	4-32
Tabel 4.27	Tabel Hasil Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang	4-33

Tabel 4.28	Load Case Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan	4-34
Tabel 4.29	Tabel Hasil Perhitungan Stabilitas Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan	4-34
Tabel 4.30	Load Case Berat kosong Kapal Soppe dengan Cadik	4-35
Tabel 4.31	Hasil Perhitungan Stabilitas Berat Kosong Soppe dengan Cadik	4-36
Tabel 4.32	Load Case Soppe Cadik dengan 2 Penumpang	4-36
Tabel 4.33	Hasil Perhitungan Stabilitas Soppe Cadik dengan 2 Penumpang	4-37
Tabel 4.34	Load Case Soppe Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan	4-38
Tabel 4.35	Hasil Perhitungan Stabilitas soppe cadik dengan 2 Penumpang + Muatan	4-39
Tabel 4.36	Load Case Berat Kosong Kapal Lepa-lepa dengan Cadik	4-39
Tabel 4.37	Hasil Perhitungan Berat Kosong Stabilitas Lepa-lepa cadik	4-40
Tabel 4.38	Load Case Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang	4-41
Tabel 4.39	Hasil Perhitungan Stabilitas Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang	4-42
Tabel 4.40	Load Case Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang + Muatan	4-42
Tabel 4.41	Hasil Perhitungan Stabilitas Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang + Muatan	4-43
Tabel 5.1	Rt dan Ct Kapal New York 32	4-48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva Koefisien Hambatan	2-1
Gambar 2.2	Pembagian Komponen Hambatan Kapal	2-3
Gambar 2.3	Kapal dalam Keadaan Oleng	2-10
Gambar 2.4	Kapal dalam Keadaan Stabil	2-10
Gambar 2.5	Kapal dalam Keadaan Labil	2-11
Gambar 2.6	Kapal dalam Keadaan Indifferent	2-11
Gambar 2.7	Gaya yang Bekerja Pada Saat Kapal Oleng	2-12
Gambar 2.8	Kapal dengan Stabilitas Awal Positif	2-14
Gambar 2.9	Tinggi Metasentra pada diagram Stabilitas Statis	2-16
Gambar 2.10	Diagram Stabilitas Statis dan Momen Heeling	2-17
Gambar 2.11	Diagram Stabilitas Dinamis	2-20
Gambar 2.12	Bentuk Dasar dalam Penggambaran pada Maxsurf Pro	2-23
Gambar 2.13	Tampilan Pengisian Tabel Offset pada Maxsurf Pro	2-24
Gambar 2.14	Tampilan Pengisian Ukuran Dimensi Kapal	2-25
Gambar 2.15	Tampilan Pengisian jumlah Section, Buttock dan Waterline Pada Maxsurf Pro	2-25
Gambar 2.16	Tabel Pengisian Load Case pada Hydromax Pro	2-28
Gambar 3.1	Chart Pengerjaan Tugas Akhir	3-2
Gambar 3.2	Jaring-jaring (net) Perspektif Kapal Sandeq dengan cadik	3-15
Gambar 3.3	Perspektif Kapal Sandeq dengan Cadik setelah dirender	3-3
Gambar 3.4	Pemilihan Metode Penghitungan Hambatan pada Software Hullspeed	3-6

Gambar 4.1	Kurva Hambatan Sandeq tanpa Cadik	4-6
Gambar 4.2	Kurva Koefisien Hambatan Sandeq tanpa Cadik	4-7
Gambar 4.3	Kurva Hambatan Soppe tanpa Cadik	4-8
Gambar 4.4	Kurva Koefisien Hambatan Soppe tanpa Cadik	4-9
Gambar 4.5	Kurva Hambatan Lepa-lepa tanpa Cadik	4-10
Gambar 4.6.	Kurva Koefisien Hambatan Lepa-lepa tanpa Cadik	4-11
Gambar 4.7	Kurva Hambatan Sandeq dengan Cadik	4-13
Gambar 4.8	Kurva Koefisien Hambatan Sandeq dengan Cadik	4-13
Gambar 4.9	Kurva Hambatan Soppe dengan Cadik	4-15
Gambar 4.10	Kurva Koefisien Hambatan Soppe dengan Cadik	4-15
Gambar 4.11	Kurva Hambatan Lepa-lepa dengan Cadik	4-17
Gambar 4.12	Kurva Koefisien Hambatan Lepa-lepa dengan Cadik	4-17
Gambar 4.13	Kurva stabilitas berat kosong kapal sandeq tanpa cadik	4-20
Gambar 4.14	Kurva stabilitas kapal sandeq dengan 2 penumpang	4-21
Gambar 4.15.	Kurva Stabilitas Sandeq dengan 2 penumpang + muatan	4-22
Gambar 4.16.	Kurva Stabilitas berat kosong Soppe tanpa cadik	4-23
Gambar 4.17	Kurva Stabilitas kapal soppe dengan 2 penumpang	4-25
Gambar 4.18.	Kurva Stabilitas kapal soppe dengan 2 penumpang + Muatan	4-26
Gambar 4.19	Kurva stabilitas berat kosong kapal Lepa-lepa tanpa cadik	4-27
Gambar 4.20	Kurva stabilitas kapal lepa-lepa dengan 1 orang penumpang	4-29
Gambar 4.21	Kurva stabilitas kapal lepa-lepa tanpa cadik dengan 1 orang penumpang. + Muatan	4-30

Gambar 4.22 Kurva stabilitas Berat Kapal Kosong Sandeq Cadik	4-31
Gambar 4.23 Kurva stabilitas Kapal Sandeq Cadik dengan 2 penumpang	4-33
Gambar 4.24 Kurva Stabilitas Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan	4-34
Gambar 4.25. Kurva Stabilitas Berat Kosong Soppe dengan cadik	4-35
Gambar 4.26. Kurva Stabilitas Soppe Cadik dengan 2 Penumpang	4-37
Gambar 4.27 Kurva Stabilitas Soppe Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan	4-38
Gambar 4.28 Kurva Stabilitas Berat Kosong Lepa-lepa dengan Cadik	4-40
Gambar 4.28 Kurva Stabilitas Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang	4-41
Gambar 4.29 Kurva Stabilitas Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang + Muatan	4-43
Gambar 4.30. Kurva hambatan kapal Sandeq	4-44
Gambar 4.31. Kurva hambatan Kapal Soppe	4-44
Gambar 4.32. Kurva hambatan Kapal Lepa-lepa	4-45
Gambar 4.33. Kurva Ct kapal Sandeq, Soppe & Lepa-lepa	4-46
Gambar 4.34. Kurva validasi	4-49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sebagai Negara maritim yang sebagian penduduknya memanfaatkan laut sebagai sumber kehidupan mereka, bangsa Indonesia memiliki bermacam-macam jenis kapal tradisional sebagai sarana transportasi di laut maupun sebagai sarana mencari ikan. Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki kapal tradisional ini diantaranya adalah daerah Mandar yang terletak di propinsi Sulawesi Selatan. Di daerah ini terdapat beberapa jenis kapal tradisional, diantaranya adalah kapal Sandeq, lambok, bago, Soppe dan Lepa-lepa. Kapal-kapal tersebut di buat secara tradisional oleh para pelaut setempat.

Dalam perancangan sebuah kapal maka banyak faktor yang perlu dipertimbangkan oleh seorang perancang kapal. Salah satu yang perlu menjadi perhatian adalah bagaimana bentuk dari badan kapal tersebut, terutama badan kapal yang tercelup dalam air. Dari bentuk lambung kapal akan mempengaruhi besarnya tahanan kapal (*ship resistance*) pada saat kapal tersebut bergerak di air. Selain itu, stabilitas merupakan salah satu factor yang sangat penting dalam merancang suatu kapal. Dari stabilitas dapat kita lihat betapa keamanan sangat diperlukan untuk menjamin keselamatan penumpang pada saat kapal tersebut dioperasikan. Stabilitas juga merupakan sifat terpenting kedua dari *sea-going* (segala sesuatu yang mengapung) kapal setelah *buoyancy* (gaya angkat/gaya



apung), yaitu kemampuan kapal yang berubah/ terusik (*deviated*) dari kondisi keseimbangan untuk mengembalikan ke posisi semula/ keseimbangan.

Kapal-kapal tradisional Mandar sebagaimana kapal-kapal kayu yang dibuat secara tradisional, umumnya pada pembuatannya tidak melalui tahap perencanaan terlebih dahulu. Proses pembuatannya hanya berdasarkan pengalaman pembuat kapal. Sehingga besarnya tahanan kapal yang dibuat juga tidak diketahui. Demikian pula dengan stabilitasnya. Namun demikian, meskipun tidak di buat melalui proses perancangan yang baik, ternyata beberapa kapal tradisional Mandar ini memiliki kemampuan yang tidak kalah dibandingkan dengan kapal-kapal yang dirancang melalui proses perancangan yang baik. Hal ini dapat dilihat dari kemampuan kapal-kapal ini saat dalam berlayar yang mampu menghasilkan kecepatan yang tinggi untuk ukuran kapal tradisional. Di antara kapal - kapal tradisional Mandar ini yang paling terkenal adalah kapal Sandeq. Jenis kapal ini terkenal memiliki kemampuan yang bagus untuk berlayar dan sering dipergunakan untuk even lomba yang terkenal dengan nama *Sandeq race*.

Dari penjelasan di atas terdapat beberapa hal yang menarik untuk di kaji terkait keberadaan kapal tradisional ini yang ternyata meskipun di buat secara tradisional namun memiliki kemampuan yang baik.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan di bahas dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Bagaimana hambatan yang dimiliki oleh kapal-kapal tradisional Mandar.



2. Seberapa jauh pengaruh cadik terhadap hambatan yang dimiliki kapal tradisional Mandar.
3. Bagaimana stabilitas yang dimiliki oleh kapal-kapal tradisional Mandar.

1.3. Batasan Masalah

Batasan – batasan yang dipakai pada penulisan ini yaitu :

- a. Pembahasan hanya dilakukan pada kapal Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa.
- b. Fokus pekerjaan hanya pada perhitungan tahanan dan stabilitas kapal.
- c. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf Pro 7.16, Hullspeed 2.16 dan Hydromax Pro 7.16.
- d. Hambatan kapal yang dihitung hanya pada bagian badan kapal yang berada di bawah permukaan air sehingga hambatan angin diabaikan.
- e. Tidak melakukan analisa ekonomi.
- f. Tingkat kekasaran permukaan basah lambung (kulit) yang juga mempengaruhi hambatan diabaikan.
- g. Ukuran utama kapal adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 ukuran Utama Kapal

No	Ukuran Utama	JENIS KAPAL		
		Sandeq	Soppe	Lepa-lepa
1.	L _{OA}	10.4 m	3.81 m	3.75 m
2.	L _{WL}	9.178 m	3.795 m	3.616 m
3.	B	0.74 m	0.543 m	0.408 m
4.	H	0.7491 m	0.3316 m	0.3434 m
5.	T	0.364 m	0.194 m	0.123 m



1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan yang akan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

- a. Mendapatkan besarnya hambatan kapal tradisional Mandar.
- b. Mengetahui pengaruh cadik terhadap hambatan kapal
- c. Mengetahui bagaimana stabilitas yang dimiliki kapal tradisional Mandar dengan menggunakan software Hydromax pro 7.16.
- d.

1.5. Manfaat Tugas Akhir

- a. Memberikan informasi mengenai karakteristik hidrodinamika kapal tradisional Mandar, khususnya mengenai hambatan dan stabilitas kapal.
- b. Sebagai bahan kajian bagi pembuat atau pemilik kapal dalam proses pembuatan kapal kayu yang baik.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini dibagi dalam Lima Bab (5), sebagai berikut:

■ BAB I. PENDAHULUAN

Berisi penjelasan mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan tugas akhir.

■ BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori dasar yang berkenaan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini .



■ BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Memuat gambaran tentang langkah dan tahapan penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir. Metodologi yang digunakan terbagi dalam 3 urutan pokok antara lain definisi permasalahan, aplikasi program, dan tahap analisa. Masing-masing terbagi lagi menjadi beberapa bagian yang secara lengkap tergambar dalam bentuk diagram alir dengan penjelasan masing-masing secara lebih terperinci.

■ BAB IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA

Berisi data-data eksperimen dan hasil yang didapatkan dari Perhitungan menggunakan *software* Maxsurf Pro 7.16, Hullspeed 2.16 dan Hydromax 7.16 beserta analisa-analisanya.

■ BAB V. PENUTUP

Berisi kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

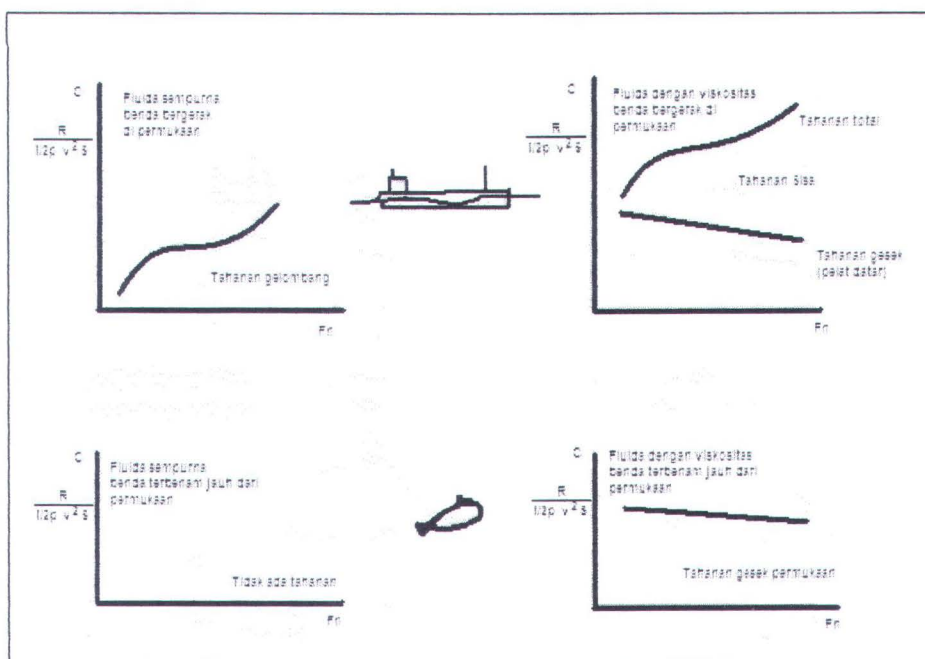


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hambatan Kapal

Hambatan kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Hambatan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. *Resistance* merupakan istilah yang biasa digunakan dalam hidrodinamika kapal, sedangkan istilah *drag* umumnya dipakai dalam aerodinamika. Gambar 2.1 menunjukkan beberapa kurva koefisien tahanan untuk benda yang bergerak di permukaan atau yang terbenam di dalam fluida sempurna dan fluida yang mempunyai viskositas.



Gambar 2.1. Kurva Koefisien Hambatan



Koordinat horizontalnya adalah angka Froude:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad (2.1)$$

sedangkan ordinatnya adalah koefisien hambatan yang didefinisikan sebagai :

$$C = \frac{R}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (2.2)$$

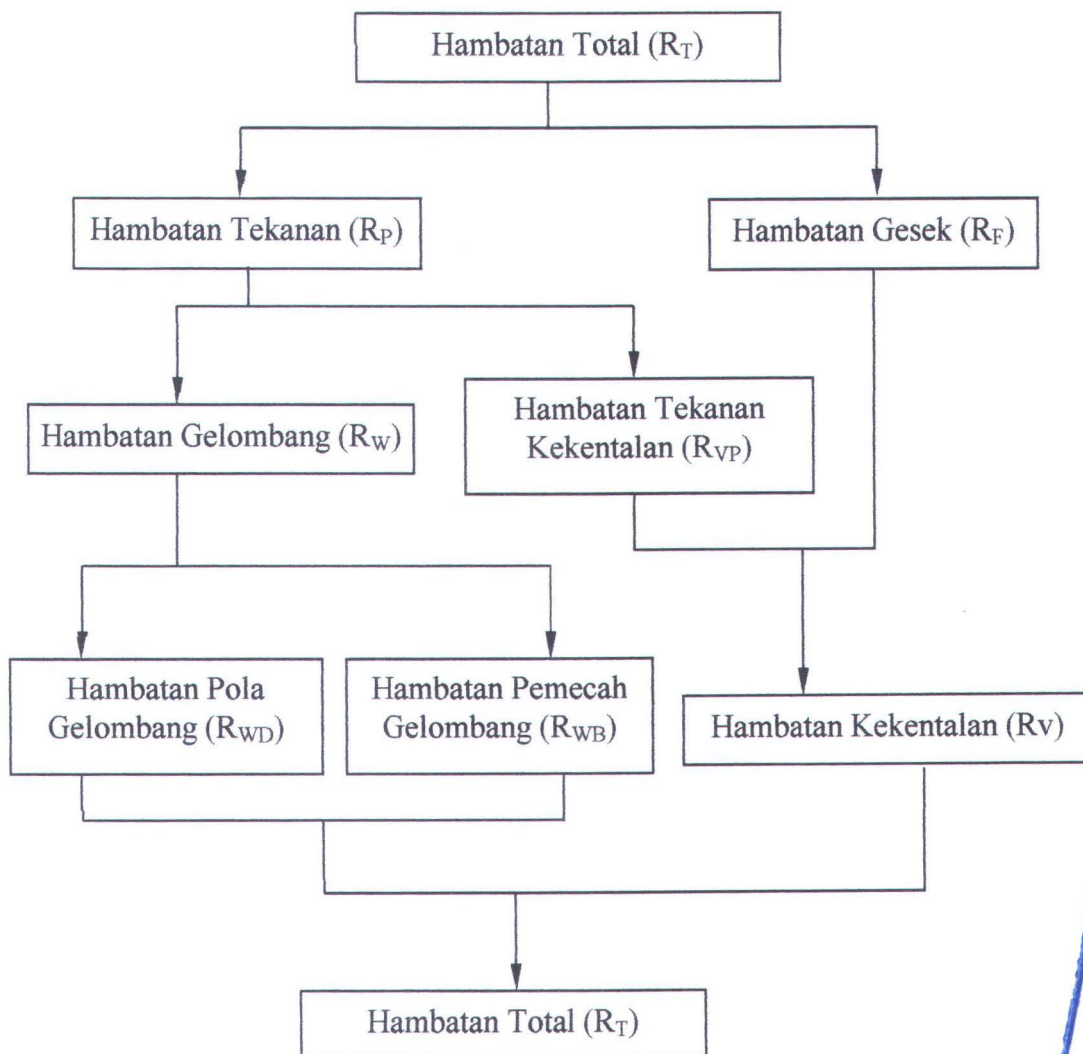
Dimana, V adalah kecepatan, L panjang benda, g percepatan gravitasi, ρ massa jenis dan S luas permukaan basah benda.

Secara umum hambatan kapal yang bekerja pada suatu kapal dapat dijabarkan menjadi empat komponen utama serta komponen tambahan sebagai berikut:

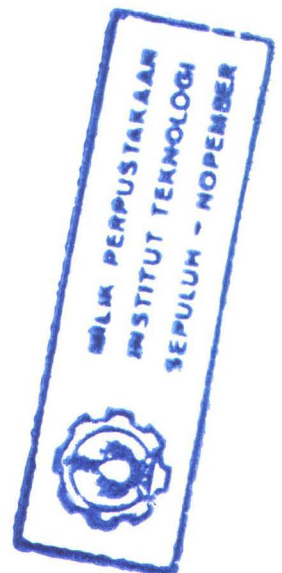
- Hambatan gesek (*frictional resistance*), disebabkan dari gerakan kapal dalam fluida yang mempunyai kekentalan (viskositas).
- Hambatan gelombang (*wave making resistance*), disebabkan karena pengeluaran energi secara kontinu oleh kapal terhadap sistem gelombang yang dihasilkan pada permukaan air.
- Hambatan tekanan (*eddy separation resistance*), berupa pengurangan energi untuk membentuk ulekan air di buritan kapal.
- Hambatan udara (*air resistance*), disebabkan adanya bagian badan kapal yang bergerak di atas permukaan air.
- Hambatan dari bagian yang menonjol dari badan kapal (misal: *bossing, shaft, shaft struts, bilge keel, rudder* dan bagian lain).



Hambatan gelombang dan hambatan tekanan dalam suatu perhitungan secara umum disebut sebagai hambatan sisa (*residuary resistance*). Selanjutnya pembagian tahanan ke dalam komponen-komponennya di atas dapat disederhanakan menjadi sebuah bagan, seperti yang digambarkan pada gambar 2.2 sebagai berikut;



Gambar 2.2. Pembagian Komponen Hambatan Kapal





2.2. Perhitungan Hambatan dengan Metode Holtrop

Menurut *Holtrop dan Mennen (1978)*, hambatan total adalah hasil penjumlahan hambatan:

- Hambatan gesek antara lambung dengan air (*friction resistance*)
- Hambatan gelombang (*wave resistance*)
- Hambatan akibat penambahan tekanan pada daerah transom yang terbenam.
- Hambatan korelasi kapal model

Yang dituliskan dalam bentuk persamaan:

$$R_{\text{total}} = R_F (1 + k_1) + R_W + R_{\text{TR}} + T_A \quad (2.3)$$

2.2.1. Hambatan Gesek Kapal

Menurut *Holtrop dan Mennen (1978)*, nilai hambatan gesek besarnya merujuk pada persamaan hambatan gesek ITTC – 1957, yaitu:

$$R_F = C_F \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \right) \cdot S \quad (2.4)$$

Dimana:

C_F = koefisien hambatan gesek

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

V = kecepatan kapal (m/s)

S = luas permukaan basah badan kapal (m^2)

Koefisien hambatan gesek kapal dapat dicari melalui persamaan:

$$C_F = \frac{0.075}{(\text{Log}10R_n - 2)^2} \quad (2.5)$$



Dimana:

$$R_n = \frac{V \cdot L}{\nu} \quad (2.6)$$

Dengan:

V = kecepatan kapal (m/s)

L = panjang kapal (m)

ν = viskositas kinematik = 1.81×10^{-8}

Mengingat tahanan gesek merupakan komponen terbesar dalam hambatan total kapal, terutama bagi kapal-kapal yang mempunyai kecepatan rendah, maka dalam perhitungan hambatan gesek ini diperlukan ketelitian yang tinggi.

Pada Metode *Holtrop*, pengaruh bentuk lambung juga diperhitungkan dalam menentukan besarnya hambatan gesek. Pengaruh bentuk lambung diprediksikan melalui persamaan:

$$1 + k_1 = c_{13} \left[0.93 + c_{12} \left(\frac{B}{L_R} \right)^{0.929427} (0.95 - C_p)^{-0.521448} (1 - C_p + 0.225Lcb)^{0.6906} \right] \quad (2.7)$$

Dalam persamaan ini: C_p adalah koefisien prismatic dan Lcb adalah letak titik keseimbangan pada posisi longitudinal dari $0.5 \cdot L$ sebagai persen dari L . Pada persamaan di atas, L_R adalah parameter refleksi panjang yang ditulis dalam bentuk:

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_p + 0.06C_p \cdot Lcb(4C_p - 1) \quad (2.8)$$



Koefisien C_{12} adalah koefisien yang nilainya tergantung pada besarnya ratio sarat dengan panjang kapal (T/L), yang dituliskan dalam persamaan:

$$C_{12} = (T/L)^{0.2228446} \quad T/L > 0.05$$

$$C_{12} = 48.20((T/L)-0.02)^{2.078} + 0.479948 \quad 0.02 < T/L < 0.05$$

$$(2.9)$$

$$C_{12} = 0.479948 \quad T/L < 0.02$$

Koefisien C_{13} dihitung berdasarkan bentuk badan kapal.

$$C_{13} = 1 + C_{\text{stern}} \quad (2.10)$$

Dimana C_{stern} diberikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nilai C_{stern}

Afterbody Form	Cstern
V – shaped section	-10
Normal section shape	0
U – shaped section with Hogner stern	+10

2.2.2. Hambatan Gelombang

Besarnya hambatan gelombang diberikan oleh persamaan:

$$R_W = c_1 \cdot c_2 \cdot c_5 \cdot \nabla \cdot \rho \cdot g \cdot \exp [m_1 F_n^d + m_2 \cos (\lambda F_n^{-2})] \quad (2.11)$$

Nilai – nilai koefisien di atas dapat dihitung melalui persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$\text{➤ } c_1 = 2223105c_7^{3.78613} (B/T)^{1.07961} (90 - i_E)^{-1.375} \quad (2.12)$$



- nilai c_7 bergantung pada besarnya B/L yaitu:

$$c_7 = 0.229577 (B/L)^{0.33333} \quad B/L < 0.11$$

$$c_7 = B/L \quad 0.11 < B/L < 0.25$$

$$c_7 = 0.5 - (0.0625 (L/B)) \quad B/L > 0.25$$

$$➤ c_2 = \exp(-1.89\sqrt{c_3}) \quad (2.13)$$

$$➤ c_5 = \frac{1 - (0.8A_T)}{(BTC_M)} \quad (2.14)$$

- λ adalah fungsi L/B dimana:

$$\lambda = 1.446C_p - 0.03(L/B) \quad L/B < 12$$

$$\lambda = 1.446C_p - 0.36 \quad L/B > 12$$

$$➤ m_1 = 0.0140407(L/T) - 1.75254(\nabla^{1/3}/L) + (-4.79323(B/L) - c_{16}) \quad (2.15)$$

- c_{16} adalah koefisien yang nilainya bergantung pada nilai C_p yaitu:

$$c_{16} = 8.07981C_p - 13.8673C_p^2 + 6.984388C_p^3 \quad C_p < 0.8$$

$$c_{16} = 1.73014 - 0.7067C_p \quad C_p > 0.8$$

$$➤ m_2 = c_{15} C_p^2 \exp(0.1 F_n^{-2}) \quad (2.16)$$

$$c_{15} = -1.69385 \quad L^3/\nabla < 512$$

$$c_{15} = 0.0 \quad L^3/\nabla < 1727$$

$$c_{15} = -1.69385 + (L/\nabla^{1/3} - 8.0)/2.36 \quad 512 < L^3/\nabla < 1727$$

$$➤ d = 0.9$$

$$➤ i_E = 1 + 89 \exp[-(L/\nabla^{0.80856}(1-C_p)^{0.30484}(1-C_p-0.0225Lcb)^{0.6367} \cdot (L_R/B)^{0.34574}(100 \nabla/L^3)^{0.16302})] \quad (2.17)$$

$$➤ c_3 = 0.56A_{BT}^{1.5} / [BT(0.31\sqrt{A_{BT}} + T_F - h_s)] \quad (2.18)$$



2.2.3. Hambatan Korelasi Kapal Model

Tahanan korelasi model kapal diberikan oleh persamaan:

$$R_A = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_A \quad (2.19)$$

Dimana; C_A adalah koefisien korelasi yang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_A = 0.006(L + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003\sqrt{L/7.5}C_B^4c_2(0.04 - c_4) \quad (2.20)$$

dengan ketentuan:

$$c_4 = T_F/L \quad \text{jika } T_F/L < 0.04$$

$$c_4 = 0.04 \quad \text{jika } T_F/L > 0.04$$

2.2.4 Hambatan Penambahan Tekanan Pada Daerah Transom yang Terbenam

Menurut *Holtrop dan Mennen (1978)*, hambatan akibat penambahan tekanan pada daerah transom yang terbenam dapat dihitung melalui persamaan:

$$R_{TR} = 0.5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A_T \cdot c_6 \quad (2.21)$$

Dimana koefisien c_6 berhubungan dengan angka *Froude* yang didasarkan pada daerah transom:

$$c_6 = 0.2 (1 - 0.2 F_{nT}) \quad \text{jika } F_{nT} < 5$$

$$c_6 = 0 \quad \text{jika } F_{nT} > 5$$

F_{nT} didefinisikan melalui persamaan:

$$F_{nT} = \frac{V}{\sqrt{2gA_T / B + BC_{WP}}} \quad (2.22)$$

Dalam persamaan di atas, C_{WP} adalah koefisien *water plane*.

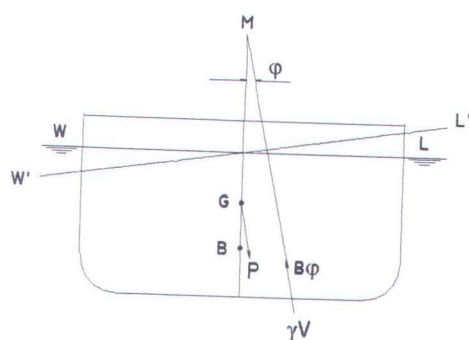


2.3. Teori Stabilitas Kapal

2.3.1. Gambaran Umum Stabilitas

Peninjauan Stabilitas Kapal di pengaruhi oleh tiga titik utama yang memegang peranan penting, yaitu titik berat kapal (G), titik tekan gaya ke atas (B) dan tinggi metasentra (M). Titik G adalah titik berat kapal yang dipengaruhi oleh konstruksi kapal, titik B adalah titik tekan gaya ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang ada di dalam air dan titik M adalah titik perpotongan gaya tekan ke atas (γV) pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut kecil.

Pada keadaan kapal setimbang titik G dan titik B harus berada pada satu garis vertikal terhadap permukaan zat cair, dan besarnya gaya berat kapal sama dengan gaya tekan ke atas. Apabila suatu kapal mendapat gaya-gaya dari luar akan menyebabkan kemiringan baik oleng maupun trim, dengan asumsi titik G tidak mengalami perubahan (muatan kapal tidak digeser/ditambah/dikurangi), maka titik B akan berpindah letaknya. Berarti akibat dari kemiringan tadi bentuk bagian kapal yang berada dipermukaan air juga berubah, sehingga titik tekan gaya ke atas (B) juga berubah sesuai dengan perubahan bentuk bagian kapal yang tercelup. Jadi untuk kapal yang oleng titik B akan berpindah menjadi B_ϕ pada bidang lintang kapal dan B akan berpindah menjadi B_θ pada bidang memanjang kapal.

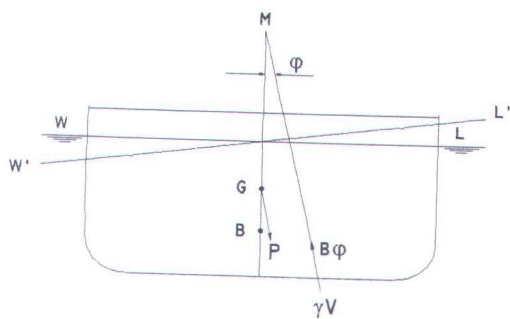


Gambar 2.3. Kapal dalam keadaan oleng

Dari gambar di atas pada saat kapal mengalami oleng akan terlihat bahwa titik G dan titik $B\phi$ tidak terletak pada satu garis vertikal lagi terhadap garis air yang baru. Sehingga terlihat bahwa gaya tekan ke atas γV dan gaya berat kapal P tidak bekerja pada satu garis kerja. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya momen yang akan mengembalikan kapal pada keadaan semula.

Dilihat dari kedudukan titik berat kapal (G) terhadap tinggi metasentra (M) maka akan kita peroleh 3 kemungkinan yaitu :

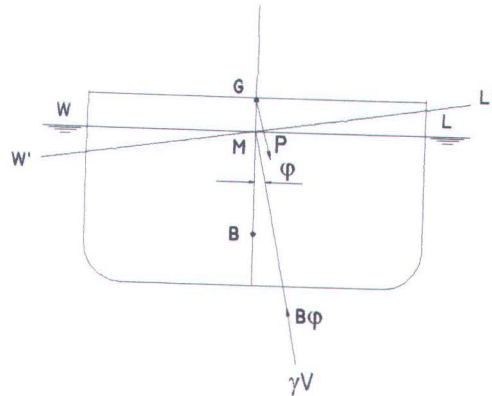
1. Titik M berada di atas titik G . Pada kondisi ini MG berharga positif dan kapal dalam keadaan stabil.



Gambar 2.4. Kapal Dalam Keadaan Stabil

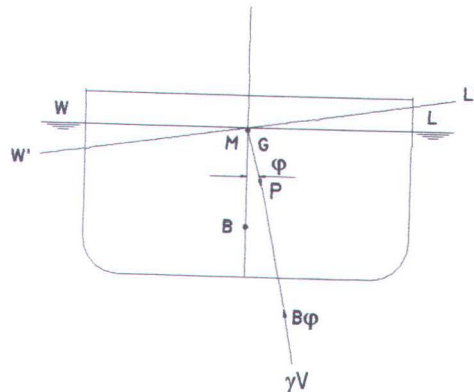


2. Titik M berada di bawah titik G. Pada kondisi ini MG berharga negatif dan kapal pada keseimbangan labil.



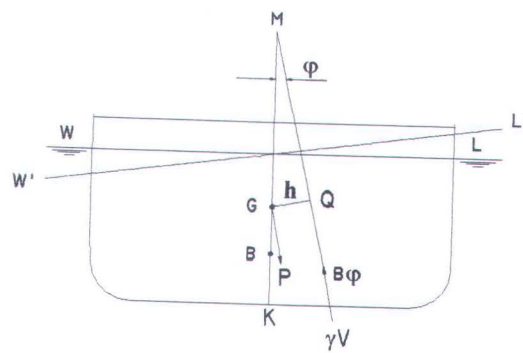
Gambar 2.5. Kapal Dalam Keadaan Labil

3. Titik M berimpit dengan G. Pada kondisi ini MG sama dengan nol dan kapal dalam keseimbangan indifferen.



Gambar 2.6. Kapal Dalam Keadaan Indifferent

Pada saat kapal oleng, titik B berpindah ke $B\phi$. Vektor P ke bawah dan γV ke atas, dan mempunyai jarak lengan sama dengan h .



Gambar 2.7. Gaya yang bekerja pada saat kapal oleng

Jadi titik G dan titik B ϕ sudah tidak terletak pada satu garis vertikal terhadap garis air yang baru W' L' maka kapal akan mendapat momen kapal (S) yang besarnya :

$$S = P \times h \quad (2.23)$$

Dimana :

P = Berat Kapal dalam ton

γV = Displacement kapal dalam ton

h = Lengan kopel dalam meter

$$= GQ$$

$$= MG \sin \phi \quad (2.24)$$

MG = Tinggi metasentra dalam meter

$$= MK - KG$$

$$= MB + KB - KG \quad (2.25)$$

jadi untuk dapat menghitung stabilitas suatu kapal selain harga P, perlu pula diketahui harga KG, KB dan MB.



Perhitungan KG, KB dan MB dirumuskan sebagai berikut :

1. *Letak titik berat kapal terhadap keel, KG (centre of gravity)*

Titik berat ini sangat di pengaruhi oleh bentuk konstruksi kapal. Baik berat kapal maupun titik beratnya dapat dicari dengan perhitungan yang teliti dari berat konstruksinya secara pos per pos. Dimana:

$$KG = \frac{\sum P x h}{\sum P} \quad (2.26)$$

2. *Titik tekan gaya ke atas terhadap keel, KB (center of bounyancy)*

Titik tekan gaya ke atas dipengaruhi oleh bentuk badan kapal yang tercelup di dalam air. Letak titik tekan terhadap keel dapat dicari melalui perhitungan memakai dalil simson dengan menggunakan gambar rencana garis.

3. *Jari-Jari Metasentra (MB)*

Jari-jari metasentra melintang kapal (untuk oleng)

$$MB = \frac{I}{V}$$

$$I = \int_0^L Y^3 dx \quad (2.27)$$

Jari-jari metasentra memanjang kapal (untuk trim)

$$M_L B = \frac{I_L}{V} \quad (2.28)$$

dimana :

I = Momen inersia dari garis air terhadap sumbu memanjang kapal yang melalui titik berat garis air-nya (m⁴).

I_L = Momen inersia dari garis air terhadap sumbu melintang kapal yang



melalui titik berat garis airnya (m^4).

V = Volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup ke dalam air (ton).

Langkah awalnya adalah menghitung dahulu momen inertia terhadap penampang tengah kapal (I_o) setelah itu kita menghitung momen inertia terhadap sumbu yang melalui titik berat luas garis air (I_L).

$$I_L = I_o - (\phi F)^2 \cdot A \quad (2.29)$$

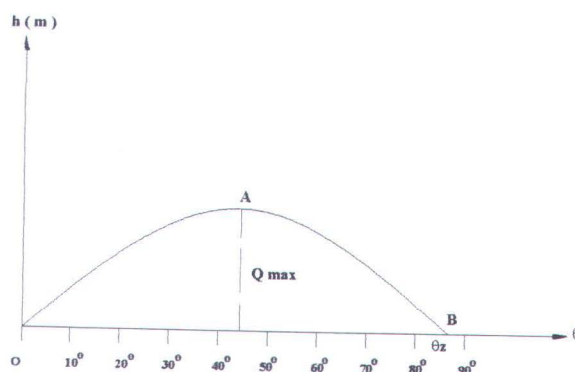
dimana :

A = Luas garis air (m^2).

ϕF = Jarak titik berat garis air ke midship (meter)

2.3.2. Diagram Stabilitas Statis

2.3.2. 1. Untuk Kapal dengan Stabilitas Statis Awal Positif



Gambar 2.8. Kapal Dengan Stabilitas Awal positif

Karakteristik diagram di atas adalah sebagai berikut :

1. Titik O menyatakan keseimbangan netral



2. Titik B menunjukkan besar sudut θ_z , dimana kapal dalam keadaan labil. θ_z disebut sudut zakat.
3. Titik A menyatakan lengan stabilitas maximum sudut θ . Dimana h_{\max} disebut sudut maximum θ_{\max} .

Pada kapal – kapal laut harga sudut zakat berkisar antara $60^\circ - 100^\circ$, sedangkan sudut maksimum mendekati sudut tenggelamnya geladak utama ke air atau keluarnya katir (*bilge keel*) dari permukaan air.

2.3.2.2. Stabilitas Awal Kapal pada Diagram Stabilitas Statis.

Stabilitas pada sudut oleng kecil dalam batas-batas stabilitas awal dapat dianggap sebagai suatu peristiwa stabilitas lebih lanjut. Jadi diagram stabilitas statis harus memiliki sifat stabilitas awal kapal. Untuk stabilitas awal kapal lengan stabilitas adalah :

$$h = MG \sin \theta$$

$$\frac{dh}{d\theta} = \frac{d}{d\theta} MG \sin \theta + MG \cos \theta$$

(2.30)

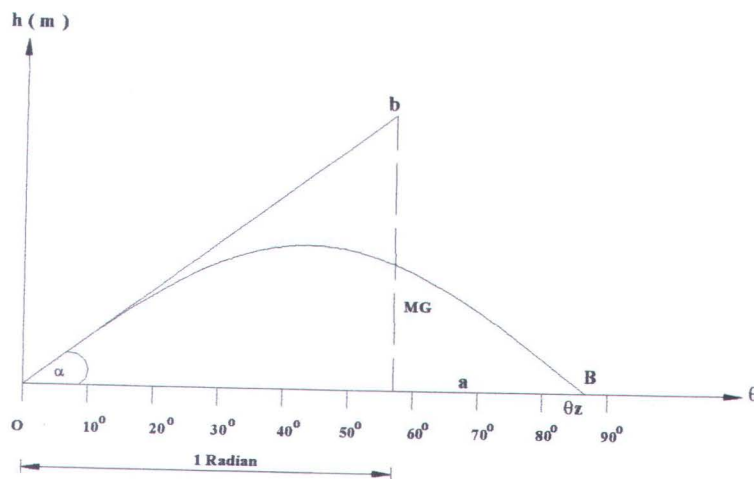
untuk harga $\theta \approx 0^\circ$, maka

$$\left(\frac{dh}{d\theta} \right)_{\theta=0} = MG$$

Ternyata pada kedudukan kapal tegak ($\theta = 0^\circ$), turunan pertama dari lengan stabilitas terhadap sudut oleng sama dengan tinggi metasentra melintang. Differensial fungsi pada suatu titik adalah merupakan koefisien sudut garis singgung dari grafik fungsi pada titik tersebut. Koefisien ini besarnya sama dengan tangen sudut antara garis singgung dengan sumbu absis arah positif.



Dengan menggunakan sifat differensial di atas maka dapat digambarkan tinggi metasentra awal pada diagram lengan stabilitas.



Gambar 2.9. Tinggi Metasentra Pada Diagram Stabilitas Statis

Diukurkan pada absis sudut sebesar 1 radian atau $57,3^\circ$ di titik a, kemudian dari a ditarik garis vertikal sampai memotong garis singgung pada diagram yang ditarik dari pusat 0, di titik b. Panjang dari garis ab ini bila diukur pada skala lengan stabilitas hasilnya harus sama dengan tinggi metasentra awal kapal. Tangen sudut antara garis singgung dengan sumbu absis :

$$Tg \left(\frac{dh}{d\theta} \right)_{\theta=0} = \frac{MG}{1} = MG \quad (2.31)$$

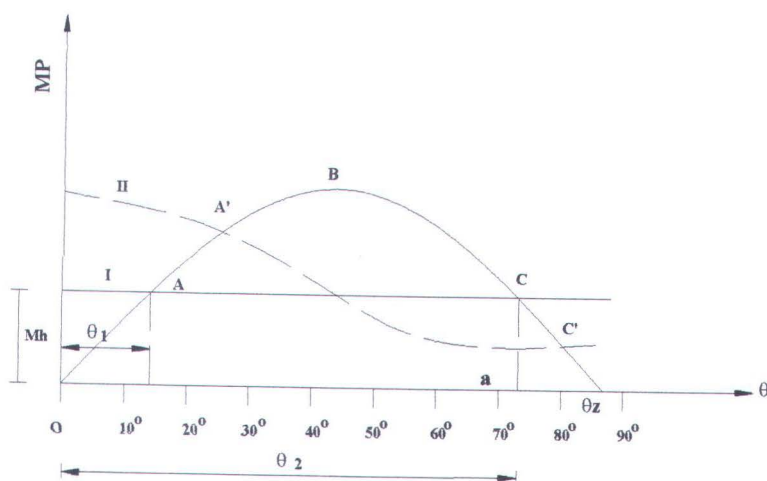
Garis singgung pada diagram stabilitas, pada permulaan koordinat menyatakan $h \approx MG \theta$. Pada daerah ini θ sangat kecil, sehingga garis singgung Ob akan berimpit dengan diagram dimana garis singgung disini digunakan sebagai kontrol apakah pembuatan diagram stabilitas sudah betul atau belum.



2.3.2.3. Penggunaan Diagram Stabilitas Statis

Dengan pertolongan diagram stabilitas dapat diketahui keadaan stabilitas suatu kapal. Hal ini sangat diperlukan bila pada kapal bekerja momen *heeling* statis dari luar. Momen heeling ini kemungkinan tetap, artinya tidak tergantung pada sudut oleng kapal tetapi juga berubah sebagai fungsi dari sudut oleng kapal.

Momen heeling luar yang tetap (konstan) digambarkan dalam grafik sebagai garis lurus sejajar sumbu absis (I) untuk yang berubah ubah digambarkan sebagai garis lengkung.



Gambar 2.10 Diagram Stabilitas statis dan Momen Heeling

Garis momen heeling memotong grafik pada titik A dan C. Pada perpotongan di kedua titik tersebut momen heeling dan momen penegak besarnya sama, $M_h = M_p$. Pada sudut heeling θ_1 kapal dalam keadaan keseimbangan yang stabil sedangkan pada θ_2 kapal pada keadaan labil.



- **Pada titik A,** Bila sudut oleng diperbesar dengan $d\theta_1$, maka harga momen penegak akan membesar dan momen heeling tetap. Dengan demikian kapal akan kembali kekedudukan semula karena : $M_p > M_h$. Jika sudut diperkecil $d\theta_1$, momen penegak makin kecil sedangkan momen heeling tetap sehingga $M_p < M_h$ sehingga akibatnya kapal akan kembali ke posisi semula akibat momen heeling. Jadi pada keadaan ini pada titik A, apabila gaya penyebab telah berhenti bekerja, kapal akan kembali ke posisi semula. Dengan perkataan lain di titik A kapal dalam keadaan stabil.
- **Titik C,** Bila sudut oleng diperbesar maka momen penegak makin kecil dan momen heeling tetap. Maka $M_p < M_h$. Jika sudut oleng diperkecil, maka momen penegak bertambah besar dan kapal akan menuju ke kedudukan sudut oleng di titik A. Hal ini menunjukkan di titik C kapal dalam keadaan labil.
- **Titik B,** Pada keadaan ini merupakan momen heeling statis maksimum yang dapat ditahan oleh kapal, $M_{\theta_{max}}$ sudut heeling pada kedudukan ini juga maksimum yaitu θ_{max} . Bilamana pada kedudukan ini kapal diberi perubahan kemiringan $d\theta$ yang harganya kecil tak terhingga, maka tidak akan ada momen gaya sebagai akibat perubahan tadi yang akan mengembalikan kapal kepada kedudukan semula atau menyebabkan kemiringan yang lebih besar lagi. Dengan kata lain dapat diartikan bahwa kapal dalam keadaan netral.

Akan tetapi apabila pada kedudukan di B ini kapal diberi tambahan kemiringan $d\theta$ yang besarnya terbatas, ke arah positif atau negatif, momen heeling akan selalu lebih besar dari momen penegak. Jika penambahan itu negatif, kapal akan kembali keposisi seimbang mula-mula. Untuk penambahan ke arah positif



akan menjadikan kapal tenggelam. Keadaan ini menunjukkan bahwa kapal dalam keadaan tidak stabil. Bilamana $M_h > M_{pmax}$ dari diagram stabilitas statis maka kapal akan terbalik karenanya, tanpa memandang kearah mana kemiringan kapal.

2.3.3. Diagram Stabilitas Dinamis

Diagram stabilitas dinamis digambarkan seperti pada gambar diagram stabilitas statis. Sumbu absis menyatakan sudut oleng θ dan sumbu ordinat menunjukkan lengan stabilitas dinamis l_d . Jadi diagram stabilitas dinamis adalah tempat kedudukan dari titik-titik yang mempunyai sudut oleng melintang sebagai absis dan harga lengan stabilitas dinamis sebagai ordinat.

Diagram stabilitas dinamis merupakan lengkungan integral dari diagram stabilitas statis yang sesuai. Jadi antara stabilitas dinamis dan stabilitas statis terdapat hubungan sebagai berikut :

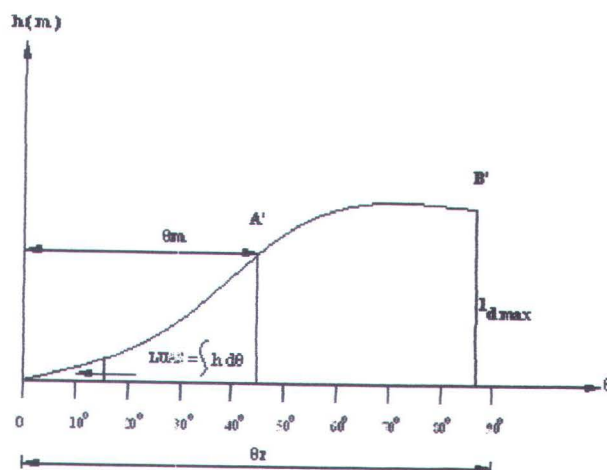
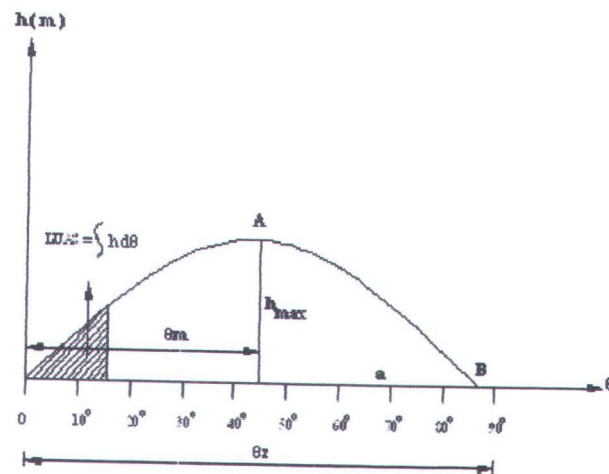
1. Lengan stabilitas dinamis adalah integral terbatas dari lengan stabilitas statis
2. Lengan stabilitas statis adalah turunan pertama dari lengan stabilitas dinamis terhadap sumbu oleng θ

$$\frac{d}{d\theta} (l_d) = h \quad (2.32)$$

Oleh sebab itu berlaku pula sifat-sifat lengkungan integral sebagai berikut :



1. Titik dimana diagram stabilitas statis memotong absis, merupakan harga minimum atau maksimum bagi diagram stabilitas dinamis.



Gambar 2.11 Diagram Stabilitas Dinamis

- Pada titik asal dimana lengan stabilitas statis nol, lengan stabilitas dinamis juga nol. Pada titik B dimana $\theta = \theta_z$ harga lengan statis nol tetapi harga lengan dinamis mencapai maksimum.
2. Di titik A pada $\theta = \theta_m$ dimana harga h maksimum, pada diagram stabilitas dinamis merupakan titik belok



3. Ordinat diagram stabilitas dinamis merupakan luas bidang dari diagram stabilitas statis.

Diagram stabilitas dinamis sangat diperlukan untuk memecahkan persoalan-persoalan yang berhubungan dengan pengaruh momen heeling dinamis yang bekerja pada kapal. Selain itu juga dipakai untuk menentukan sudut heeling, momen pembalik dan sudut heeling terbesar.

2.4. Maxsurf Pro dan Hull Speed

Maxsurf adalah salah satu Program aplikasi struktur yang dikembangkan oleh sebuah perusahaan pembuat perangkat lunak yang berlokasi di *Fremantle Australia*, yang bernama *Formation System (FORMSYS)*. Sejak mulai diciptakan pada tahun 1984 sampai sekarang, *Maxsurf* telah mengalami banyak pembaharuan : terutama dalam hal perbaikan dan penyempurnaan metode - metode yang dipergunakan.

Sesuai dengan surat edaran elektronik yang dikeluarkan oleh *Formsys*, tercatat ± 1200 pemakai *Maxsurf*, baik perorangan maupun galangan di 20 negara.

2.4.1. Sub-Sub Program *Maxsurf*

Maxsurf pada hakekatnya terdiri dari beberapa sub program. Secara keseluruhan sub-sub program tersebut adalah; *Maxsurf Professional*, *Hydromax Profesional*, *Hull Speed*, *Prefit*, *Workshop Profesional*, *Span*, *Seakeeper*, dan *Hydrolink*. Tetapi karena dalam pengerjaan Tugas Akhir ini



hanya menggunakan *Maxsurf Professional* dan *Hull Speed* maka hanya akan dijelaskan seputar program *Maxsurf Professional* dan *Hull Speed*.

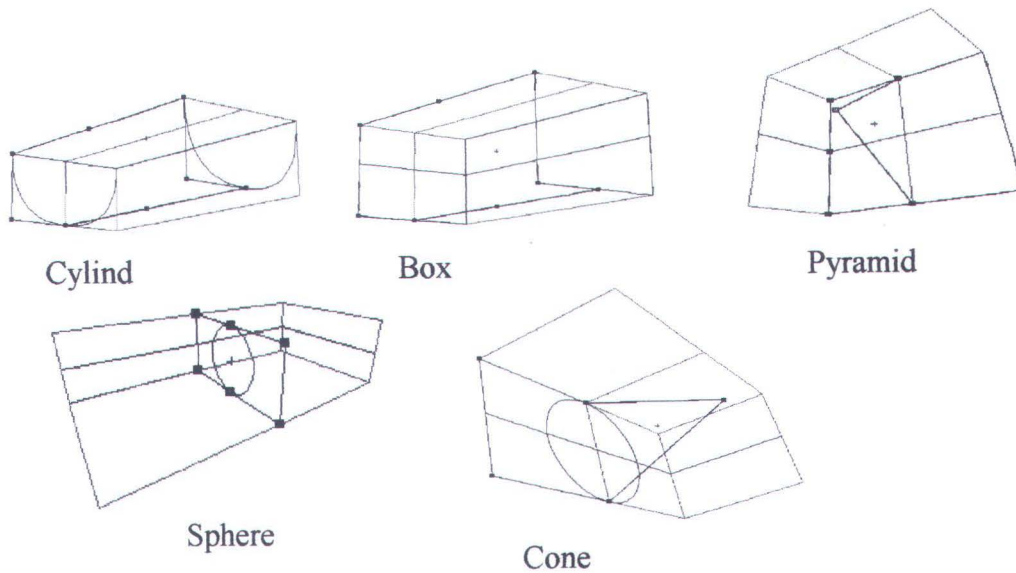
2.4.2 *Maxsurf Professional*

Sub program ini pada hakekatnya bertujuan untuk membentuk lambung kapal, yang akan dapat dipergunakan untuk menganalisa segala hal yang berkaitan dengan badan kapal. Hal ini dilakukan dengan menggunakan teori *B-Spline*, namun dapat juga menggunakan *NURB*, *CONIC* dan lain-lain.

Proses Penggambaran *Lines* Dengan Menggunakan *Maxsurf Pro* dapat dijelaskan sebagai berikut:

Dalam proses penggambaran dengan menggunakan *Maxsurf Pro*, sebuah kapal dibagi minimum menjadi dua *surface*, yakni haluan dan buritan adapula yang membaginya menjadi tiga *surface* yakni haluan, *parallel middle body* dan haluan bahkan *Maxsurf Pro* mampu menggambar *lines* dengan jarak *station* yang sesungguhnya tetapi hal ini akan membutuhkan jumlah *surface* yang lebih banyak lagi.

Dalam *Maxsurf Pro* terdapat beberapa *surface* yang menjadi bentuk dasar dari penggambaran, yakni *box*, *silinder*, *pyramid*, *cone* dan *sphere*:



Gambar 2.12 Bentuk-Bentuk Dasar Dalam Penggambaran Pada Maxsurf Pro

Bentuk-bentuk dasar ini dipakai untuk bagian-bagian kapal tertentu. Untuk *Box*, biasanya dipakai sebagai bagian dasar penggambaran *parallel middle body* kapal atau kapal dengan koefisien blok yang besar. Untuk *silinder*, biasanya dipakai sebagai bagian dasar penggambaran torpedo atau kapal dengan lambung berbentuk setengah lingkaran. Untuk *pyramid*, biasanya dipakai untuk menggambarkan bagian depan (*forepeak*) kapal. Bentuk *cone*, dipakai untuk menggambarkan bentuk depan dari torpedo, sedangkan *sphere*, dipakai untuk membuat bagian-bagian kapal yang berbentuk menyerupai bola atau *sphere*, misalnya bantalan pada *hovercraft* dan lain sebagainya.

Maxsurf Professional memiliki fasilitas memasukkan tabel *offset* dalam penggambaran *lines plan* suatu kapal dimana tampilan *input* yang kita



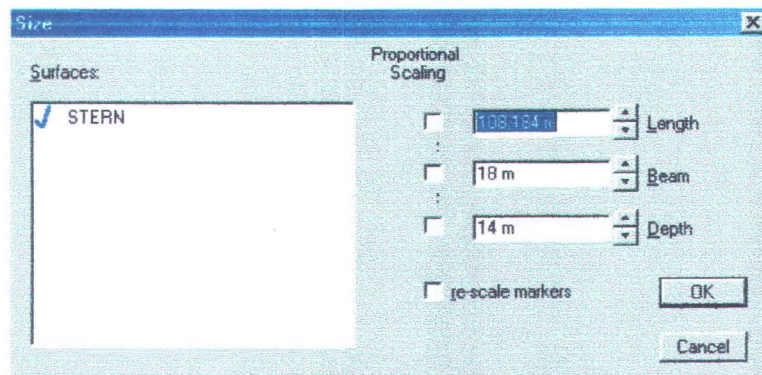
masukkan dalam penggambaran dengan menggunakan metode proses pengisian *table offset* dapat dilihat pada tampilan dibawah ini:

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
1	STERN	0	0	-4.159	9.000	12.400	1
2	STERN	0	1	2.541	9.000	12.400	1
3	STERN	0	2	4.594	9.000	12.400	1
4	STERN	0	3	6.972	9.000	12.400	1
5	STERN	0	4	15.941	9.000	12.400	1
6	STERN	0	5	22.185	9.000	12.400	1
7	STERN	0	6	31.739	9.000	12.400	1
8	STERN	0	7	40.492	9.000	12.400	1
9	STERN	0	8	66.032	9.000	12.400	1
10	STERN	0	9	78.078	9.000	12.700	1
11	STERN	0	10	88.235	8.800	13.209	1
12	STERN	0	11	97.739	6.900	13.685	1
13	STERN	0	12	102.929	4.100	13.945	1
14	STERN	0	13	104.025	1.500	14.000	1
15	STERN	0	14	104.025	0.000	14.000	1
16	STERN	1	0	-4.148	9.000	9.100	1
17	STERN	1	1	3.309	9.000	9.100	1
18	STERN	1	2	4.821	9.000	9.100	1

Gambar 2.13 Tampilan Pengisian Tabel Offset Pada Maxsurf Pro

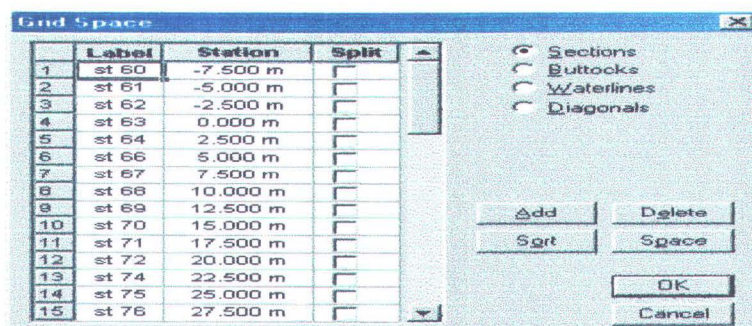
Dimana *row* merupakan *waterline* dan *column* merupakan *station* dari kapal tersebut. *Long position* merupakan jarak horizontal dari titik *zero point* yang telah kita tentukan sebelumnya ke *station* yang ditinjau, *offset* merupakan ordinat setengah lebar, *height* merupakan tinggi dari *baseline*, dan *weighting* merupakan tingkat kekakuan dari *surface*.

Sebelum melakukan penggambaran *lines plane* terlebih dahulu kita harus memasukkan dimensi dari kapal tersebut, dimana pengisian dimensi dari kapal tersebut dapat dilihat pada tampilan berikut ini:



Gambar 2.14 Tampilan Pengisian Ukuran Dimensi Kapal

Setelah proses di atas telah selesai dilakukan proses selanjutnya adalah penentuan banyaknya jumlah *station*, *waterline* dan *buttock*, sesuai dengan *lines* yang telah ada, alangkah baiknya apabila banyaknya jumlah *station*, *waterline*, dan *buttock* yang kita masukkan adalah *station*, *waterline* dan *buttock* sesungguhnya dari kapal tersebut tetapi kita harus membutuhkan penambahan *surface* yang lebih banyak lagi hal ini dikarenakan keterbatasan penambahan *control point* pada *Maxsurf* hanya dibatasi 14 *control point* untuk tiap *surface*, pengisian jumlah *station*, *waterline* dan *buttock* dapat dilihat pada tampilan di bawah ini:



Gambar 2.15 Tampilan pengisian jumlah section, buttock, dan waterline pada Maxsurf Pro



Setelah proses pengisian selesai maka tahap selanjutnya adalah memasukkan tabel *offset*, maka selesailah proses penggambaran *lines* dari kapal tersebut.

2.4.3. Program *Hull Speed*

Dari bentuk badan kapal yang dihasilkan maka pada program *Hull Speed* bisa di hitung besarnya tahanan yang terjadi sekaligus daya dorong yang diperlukan dengan variasi kecepatan dan sarat yang berbeda-beda. Juga ditampilkan grafik hubungan antara kecepatan kapal dengan tahanan yang dihasilkan dan grafik hubungan antara kecepatan kapal dengan daya yang dibutuhkan.

Hullspeed bisa berfungsi baik sebagai perangkat acuan awal dalam merancang desain baru maupun menganalisa desain yang sudah ada. Parameter desain yang berhubungan dengan pengestimasi dapat ditentukan langsung dalam program ini atau melalui terjemahan otomatis dari suatu desain.

Proses Analisa

Ada beberapa pendekatan berbeda yang bisa digunakan dalam memprediksi hambatan dari suatu bentuk lambung kapal. Program Maxsurf Hullspeed menyediakan beberapa algoritma yang berbeda dalam memprediksi hambatan yang akan dialami oleh kapal, dimana setiap algoritma dapat digunakan pada satu atau lebih bentuk lambung kapal. Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, Hullspeed akan menghitung hambatan pada kisaran kecepatan tertentu dan menampilkan hasilnya dalam format grafik dan tabel.



Namun perlu disadari bahwa prediksi hambatan ini bukanlah ilmu yang pasti (*exact science*). Sehingga saat algoritma yang disediakan dalam Maxsurf Hullspeed digunakan untuk mengestimasi hambatan lambung, ada kemungkinan outputnya bukanlah hasil yang pasti. Karena itu, untuk mencapai akurasi yang lebih tinggi, perlu dipenuhi kondisi-kondisi tertentu untuk masing-masing algoritma.

Metode Prediksi Hambatan

Dalam program ini terdapat beberapa metode perhitungan tahanan antara lain; Metode *Savitsky* (*planning* dan *pre- planning*), Metode *Latiharju*, Metode *Holtrop*, Metode *van Oortmersen*, Metode *Delft I, II* dan Metode *Delft III*. Masing – masing metode harus sesuai dengan klasifikasi yang ditetapkan.

- *Savitsky* (*Pre-planing*) : sangat berguna untuk estimasi hambatan lambung *planing* sebelum mencapai kondisi '*planing*'
- *Savitsky* (*Planing*) : untuk perhitungan hambatan lambung kapal *planing* pada saat *planing speed*.
- *Lahtiharju* : untuk perhitungan hambatan lambung kapal *planing* pada saat *planing speed*.
- *Holtrop* : dirancang untuk memprediksi hambatan kapal *tanker*, *general cargo*, *containers*, kapal ikan, *tugs*, dan *frigates*.
- *Van Oortmerssen* : cocok digunakan untuk kapal-kapal kecil seperti kapal ikan dan *tugs*.



- Series 60 : cocok untuk estimasi hambatan dari kapal kargo dengan propeller tunggal (*single screw cargo ships*).
- Delft Series : prediksi hambatan khusus untuk perahu layar.

2.4.4. Hydromax Professional

Setelah melakukan penggambaran dengan menggunakan Maxsurf Pro, maka kita dapat menghitung karakteristik kapal berdasarkan kemampuan stabilitasnya, antara lain Upright Hydrostatic, specified Condition, Large Angle Condition, Limiting KG, KN Value serta longitudinal strength. Tetapi dalam tugas akhir ini hanya di tinjau perhitungan stabilitasnya saja.

Sebelum melakukan proses analisa, terlebih dahulu kita harus mengetahui berat dan letak titik berat dari kapal tersebut. Di mana pengisian berat dan letak titik berat dapat dilihat pada tampilan di bawah ini.

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	305.0	1.888	1.215	0.000
2	Total Weight=		305.0	LCG=1.888	VCG=1.215 m	TCG=0.000

Gambar 2.16 Tabel Pengisian Load Case Pada Hydromax Pro

Specified Condition

Specified Condition adalah salah satu jenis analisa di Hydromax Pro yang akan menghitung karakteristik kapal sesuai dengan kondisi yang digunakan.

Large Angle Stability

Large angle Stability adalah salah satu jenis analisis di Hydromax Pro yang akan menghitung stabilitas kapal sesuai dengan kondisi yang telah di hitung pada *Specified Condition Analysis*.



BAB III

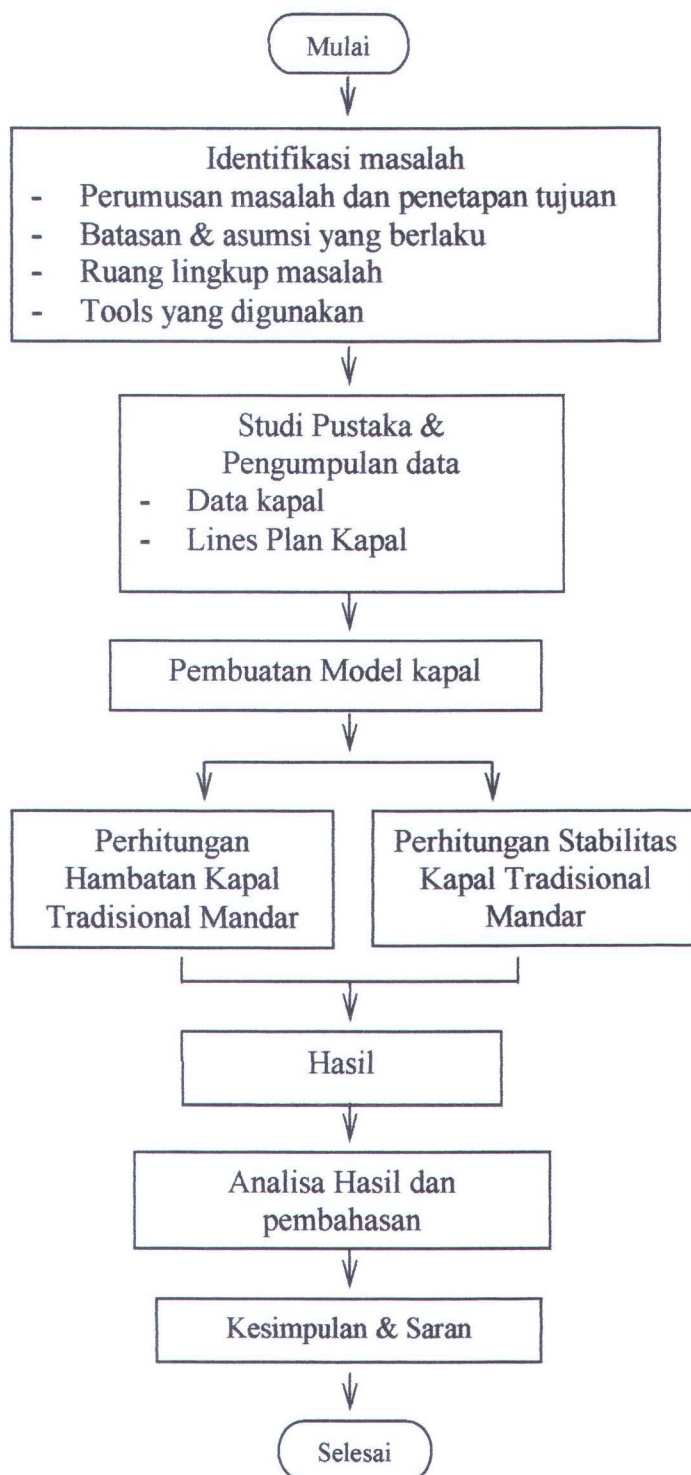
METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan penelitian ini didasarkan pada sistematika metodologi yang diuraikan berdasarkan urutan diagram alir/ flow chart yang dilakukan mulai penelitian hingga selesainya penelitian. Penelitian ini dimulai dengan tahap identifikasi permasalahan dilanjutkan dengan tahap pengembangan model kemudian tahap analisa yaitu didapatkan output perhitungan yang sesuai dengan tujuan awal tugas akhir, sehingga diperoleh kesimpulan akhir dari penelitian. Alur metodologi penelitian ini dapat di lihat pada gambar 3.1. yang penjelasannya sebagai berikut.:

3.1. IDENTIFIKASI PERMASALAHAN

3.1.1. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Pada tahap awal dari proses penelitian tugas akhir ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan yang ada kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah yang akan diteliti, kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah. Masalah yang menjadi obyek dari penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana hambatan yang dimiliki oleh kapal-kapal tradisional Mandar termasuk bagaimana pengaruh cadik yang dimiliki oleh kapal-kapal tersebut terhadap hambatan kapal. Selain itu yang juga menjadi permasalahan adalah bagaimana stabilitas yang dimiliki oleh kapal-kapal tersebut. Setelah mendapatkan rumusan masalah, kemudian dilanjutkan dengan



Gambar 3.1. Chart Pengerjaan Tugas Akhir



menetapkan tujuan-tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini.. Tujuan penelitian Tugas Akhir ini telah dirumuskan pada bagian tujuan penelitian.

3.1.2. Batasan dan Asumsi yang Berlaku

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan permasalahan agar fokus pembahasannya tidak terlalu meluas sehingga mengaburkan tujuan utama dari penelitian yang dilakukan. Dalam konteks penelitian ini batasan-batasan permasalahan telah diuraikan secara jelas pada Bab I.

3.1.3. Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup permasalahan penelitian ini hanya dilakukan pada kapal-kapal tradisional Mandar di mana di sini di ambil tiga jenis kapal yaitu kapal sandeq, kapal soppe dan kapal lepa-lepa.

3.1.4. Tools yang digunakan

Untuk menghitung hambatan dan stabilitas pada kapal tradisional Mandar dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf, Hullspeed dan Hydromax*.

3.2. PENGUMPULAN DATA

Data-data yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data-data kapal dan Lines Plan kapal tradisional Mandar yaitu kapal Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa yang di ambil dari artikel yang di tulis oleh Roger Michael Johnson dalam “ La recherche du sandeq”.
2. Data Kapal untuk validasi data yang berupa data ukuran utama kapal dan hasil percobaan C.A. Marchaj dalam bukunya “ Sailing Theory and Practice.



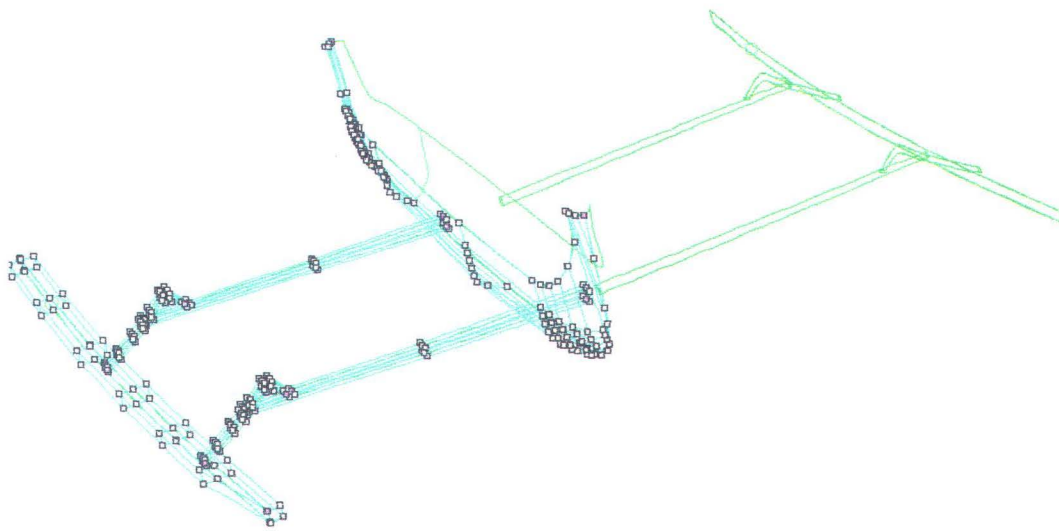
3.2.1. STUDI PUSTAKA

Berikutnya dilakukan studi kepustakaan untuk mengumpulkan setiap informasi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan dikumpulkan dari berbagai sumber pustaka, baik berupa text book, literatur, maupun jurnal. Dari studi kepustakaan ini diharapkan dapat dilakukan identifikasi metode analisa yang paling tepat digunakan dalam penelitian.

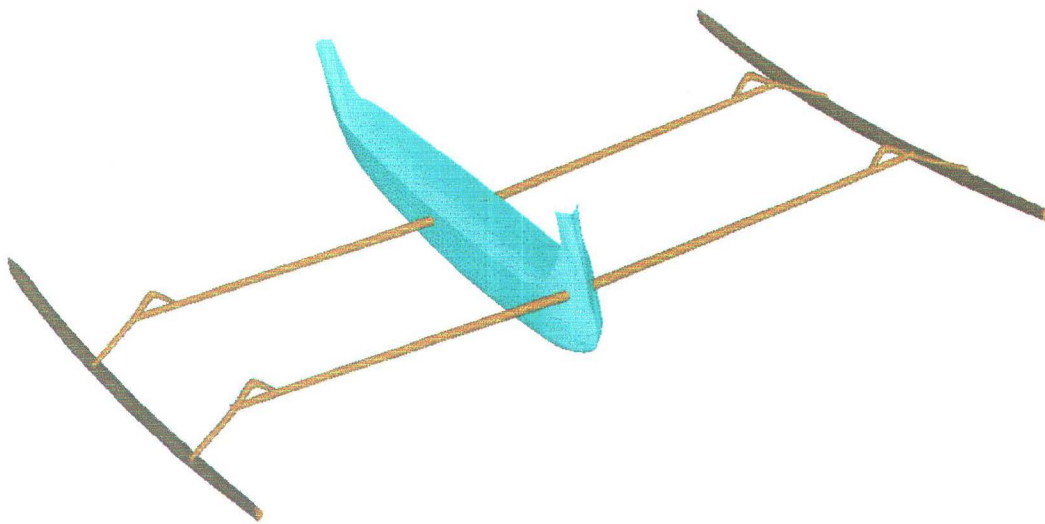
3.3. PEMBUATAN MODEL KAPAL

Pembuatan model kapal ini berdasarkan *lines plan* yang terdapat dalam artikel dengan judul “La recherche du sandeq” yang ditulis oleh Roger Michael Johnson. Langkah-langkah pembuatan model ini antara lain :

1. Mengambil data offset dan mengukur jarak koordinat dari lines plan dengan skala yang tepat.
2. Menjadikan data offset sebagai input dalam pembuatan control point. Control Points merupakan titik-titik yang membantu program dalam membentuk surface.
3. Setelah surface terbentuk, akan diperoleh jaring-jaring (net) model.
4. Melengkapi variabel-variabel lain yang tidak dapat diperoleh dari dimensi model saja. Variabel-variabel itu antara lain sarat sarat (T), zero point, base line, AP, FP, Lwl, dan displasemen.



Gambar 3.2. Jaring-jaring (net) Perspektif kapal sandeq dengan cadik

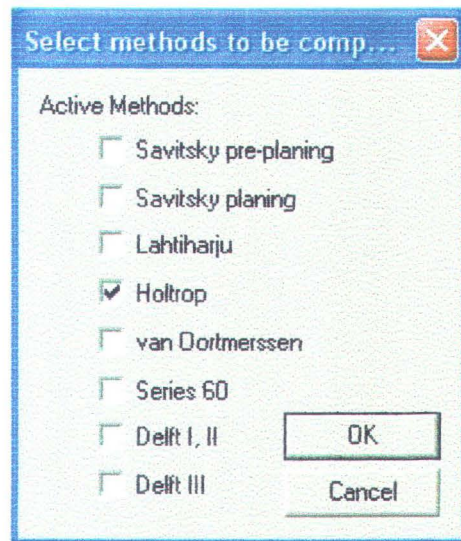


Gambar 3.3. Perspektif kapal Sandeq dengan cadik setelah di render.

Selain model kapal di atas juga di buat model kapal soppe dan lepa-lepa baik model dengan menggunakan cadik maupun model yang tidak menggunakan cadik.

Langkah-langkah perhitungan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan hambatan model menggunakan metode Holtrop dengan bantuan program Maxsurf Hullspeed.



Gambar 3.4. Pemilihan metode penghitungan hambatan pada software Hullspeed

2. Terdapat dua jenis *input* dalam Maxsurf Hullspeed untuk perhitungan hambatan kapal. Yang pertama adalah dengan memberi nilai-nilai pada setiap variabel yang dibutuhkan. Dengan cara ini tidak dibutuhkan model kapal yang akan dihitung, namun variabel-variabel yang dibutuhkan berbeda untuk setiap metode perhitungan. Cara yang kedua adalah dengan membuat model kapal, selanjutnya program akan menghitung secara otomatis harga variabel yang dibutuhkan.
3. Mengimpor model induk yang telah dibuat ke dalam program. Penulis menggunakan cara yang kedua karena beberapa variabel penting tidak terdata secara pasti.
4. Mengatur setting perhitungan seperti batas atas kecepatan, *output* yang diinginkan – dalam hal ini besarnya hambatan dengan metode Holtrop dan *engine power*, efisiensi mesin, dan satuan yang digunakan.
5. Menghitung besarnya *resistance coefficient* dengan menggunakan data dari Maxsurf Hullspeed.



6. Melakukan perhitungan untuk ketiga model kapal yang lainnya.
7. Perhitungan Stabilitas Kapal tradisional Mandar dengan memanfaatkan *software Hydromax Pro*. Kriteria yang digunakan untuk melakukan analisa stabilitas menggunakan standarisasi dari IMO (International Maritime Organization). Stabilitas kapal ditentukan dengan memasukkan LWT kapal tradisional Mandar dan dengan beberapa variasi kondisi kapal.

3.4. Penyajian Data Hasil Perhitungan

Menentukan metode yang tepat dalam menyajikan data hambatan model sebagai hasil perhitungan program yang dilakukan sebelumnya. Metode penyajian ini harus bisa dimengerti khususnya desainer kapal. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, metode penyajian data lebih bergantung pada kemudahan perbandingan dalam analisa. Disamping itu metode yang digunakan sumber data untuk validasi tetap menjadi pertimbangan.

3.5. Analisa dan Pembahasan

Merupakan bagian akhir untuk mencapai hasil penelitian, yaitu didapatkannya kesimpulan final tugas akhir sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dalam tugas akhir ini, hasil perhitungan yang telah disajikan kemudian dianalisa untuk mengetahui pengaruh cadik terhadap hambatan kapal.. Pada bagian akhir dari tahap analisa, dilakukan validasi antara hasil penelitian dengan eksperimen yang menjadi sumber utama tugas akhir ini.



3.6. Penarikan Kesimpulan

Dalam tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari seluruh tahapan analisa di atas sesuai tujuan awal yang ditetapkan pada penelitian serta saran mengenai pengembangan penelitian lanjutan.



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. DATA KAPAL

Kapal-kapal tradisional daerah Mandar yang dihitung dan dianalisa hambatan dan stabilitasnya adalah tipe Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa. Data utama dari kapal-kapal tersebut adalah :

Tabel 4.1. Data Utama Kapal

No	Ukuran Utama	JENIS KAPAL		
		Sandeq	Soppe	Lepa-lepa
1.	L_{OA}	10.4 m	3.81 m	3.75 m
2.	L_{WL}	9.178 m	3.795 m	3.616 m
3.	B	0.74 m	0.543 m	0.408 m
4.	H	0.7491 m	0.3316 m	0.3434 m
5.	T	0.364 m	0.194 m	0.123 m

4.2. PERHITUNGAN KARAKTERISTIK BADAN KAPAL

Karakteristik badan kapal ini meliputi karakteristik bentuk bentuk badan kapal yang dipengaruhi oleh ukuran utama kapal dan koefisien – koefisien bentuk badan kapal itu sendiri.

Karakteristik tersebut adalah :

- Rasio panjang – lebar (L/B)

Perbandingan L/B ini dapat dipakai untuk mengecek kesesuaian L dan B secara independen, atau dengan nilai awal L , pilihan L/B yang cocok dapat dijadikan penentuan nilai B dalam perencanaan. *Length-beam ratio*



berpengaruh besar pada hambatan lambung (*hull resistance*), kemampuan manuver (*maneuverability*), dan stabilitas kapal saat melakukan manuver (*turn and directional stability*).

- Rasio lebar – sarat (B/T)

Beam-Draft Ratio B/T penting terutama karena pengaruhnya atas hambatan sisa (*residuary resistance*), stabilitas melintang (*transverse stability*), dan permukaan basah (*wetted surface*). B/T berhubungan kuat dengan hambatan sisa, dimana hambatan ini akan bertambah untuk B/T yang lebih besar. Juga, B/T sering digunakan sebagai variabel independen dalam perhitungan hambatan sisa model.

- Rasio panjang – sarat (L/T)

Perbandingan L/T sangat berpengaruh terhadap *resistance* kapal. L/T berperan untuk mendapatkan luas permukaan basah lambung kapal sehingga dapat digunakan untuk mencari koefisien hambatan.

Nilai karakteristik tersebut dapat dilihat dalam Tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Nilai Karakteristik Badan Kapal

No	Parameter	Karakteristik Badan Kapal		
		Sandeq	Soppe	Lepa-lepa
1.	L/B	12.78	6.988	8.862
2.	B/T	1.961	2.798	3.317
3.	L/T	25.2	19.56	29.4



4. 3. PERHITUNGAN ANGKA FROUDE

Menurut Havard (1983), perhitungan harga bilangan *Froude* ini dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g * Lwl}} \quad (4.1)$$

Dimana :

F_n = bilangan *Froude*

V = kecepatan kapal (m/sec)

g = percepatan gravitasi standard = 9.81 m/sec²)

Lwl = panjang bidang garis air (m)

Hasil perhitungan bilangan *Froude* untuk tiap kecepatan yang bervariasi ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.3. Froude Number Untuk Tiap Kecepatan

No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Froude Number (Fn)		
			Sandeq	Soppe	Lepa-lepa
1	0.5	0.257	0.027	0.042	0.043
2	1	0.514	0.054	0.084	0.086
3	1.5	0.772	0.081	0.126	0.130
4	2	1.029	0.108	0.169	0.173
5	2.5	1.286	0.135	0.211	0.216
6	3	1.543	0.163	0.253	0.259
7	3.5	1.800	0.190	0.295	0.302
8	4	2.058	0.217	0.337	0.345
9.	4.5	2.315	0.244	0.379	0.389
10.	5	2.572	0.271	0.422	0.432
11.	5.5	2.829	0.298	0.464	0.475
12.	6	3.086	0.325	0.506	0.518
13.	6.5	3.344	0.352	0.548	0.561
14.	7	3.601	0.379	0.590	0.605
15.	7.5	3.858	0.407	0.632	0.648
16.	8	4.115	0.434	0.674	0.691
17.	8.5	4.372	0.461	0.717	0.734
18.	9	4.630	0.488	0.759	0.777



19.	9.5	4.887	0.515	0.801	0.820
20.	10	5.144	0.542	0.843	0.864
21.	10.5	5.401	0.569	0.885	0.907
22.	11	5.658	0.596	0.927	0.950
23.	11.5	5.916	0.623	0.970	0.993
24.	12	6.173	0.651	1.012	1.036
25.	12.5	6.430	0.678	1.054	1.080
26.	13	6.687	0.705	1.096	1.123
27.	13.5	6.944	0.732	1.138	1.166
28.	14	7.202	0.759	1.180	1.209
29.	14.5	7.459	0.786	1.222	1.252
30.	15	7.716	0.813	1.265	1.296
31.	15.5	7.973	0.840	1.307	1.339
32.	16	8.230	0.867	1.349	1.382
33.	16.5	8.488	0.894	1.391	1.425
34.	17	8.745	0.922	1.433	1.468
35.	17.5	9.002	0.949	1.475	1.511
36.	18	9.259	0.976	1.518	1.555
37.	18.5	9.516	1.003	1.560	1.598
38.	19	9.774	1.030	1.602	1.641
39.	19.5	10.031	1.057	1.644	1.684
40.	20	10.288	1.084	1.686	1.727

4.4. Perhitungan Hambatan Kapal

Setelah model kapal dibuat dengan menggunakan software Maxsurf Pro 7.16, langkah selanjutnya adalah melakukan tes hambatan dengan menggunakan software Hullspeed 2.16. Perhitungan hambatan dilakukan dengan memasukkan input data. Data-data tersebut antara lain berupa variasi kecepatan pada kisaran kecepatan 0 knot sampai kecepatan maksimum 20 knot. Selain itu data yang perlu dimasukkan untuk input yaitu metode yang akan dipergunakan, efisiensi dan *graph type*. Setelah input data dimasukkan, maka pada software Hullspeed 2.16 akan dihasilkan nilai hambatan dan grafik yang diinginkan pada masing-masing kapal. Dari nilai hambatan yang diperoleh ini dapat di hitung koefisien hambatan dengan menggunakan rumus :



$$C = \frac{R}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \tag{5.2}$$

- di mana :
- C = Koefisien hambatan
 - R = Hambatan total Kapal (N)
 - ρ = Massa jenis (kg/m³)
 - V = Kecepatan kapal (m/s)
 - S = Luas permukaan basah (m²)

4.4.1. Perhitungan Hambatan Kapal Sandeq tanpa cadik

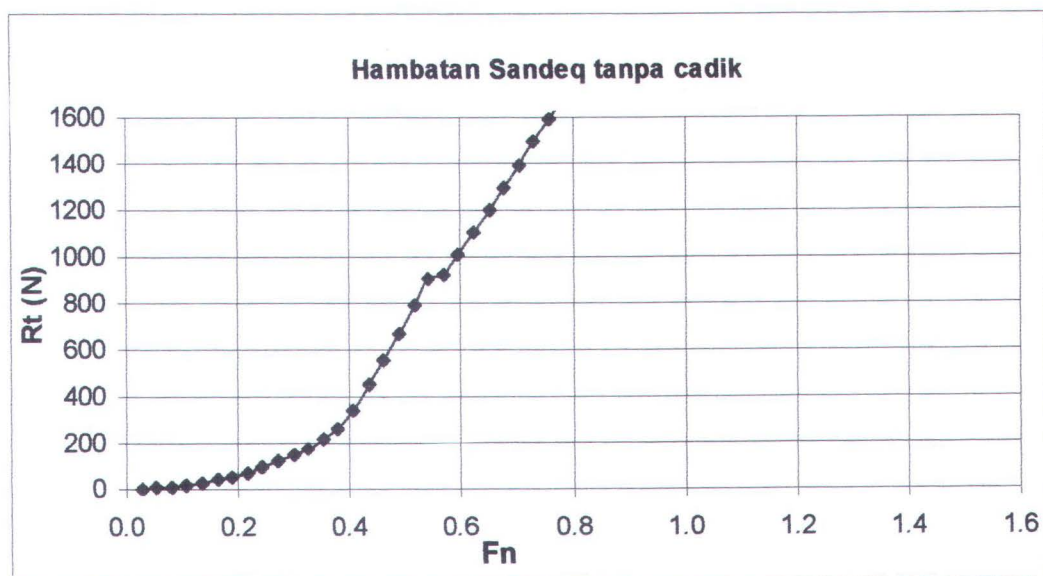
Tabel 4.4. Hambatan & Koefisien Hambatan kapal Sandeq tanpa cadik

No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Fn	Kapal Sandeq tanpa cadik	
				R _T	C _T
1	0.5	0.257	0.027	1.5	5.271
2	1	0.514	0.054	5.37	4.718
3	1.5	0.772	0.081	11.34	4.428
4	2	1.029	0.108	19.33	4.246
5	2.5	1.286	0.136	29.29	4.117
6	3	1.543	0.163	41.29	4.031
7	3.5	1.800	0.190	55.59	3.987
8	4	2.058	0.217	72.64	3.989
9.	4.5	2.315	0.244	93	4.035
10.	5	2.572	0.271	117.72	4.137
11.	5.5	2.829	0.298	145.17	4.216
12.	6	3.086	0.325	175.35	4.279
13.	6.5	3.344	0.352	213.32	4.436
14.	7	3.601	0.379	264.09	4.735
15.	7.5	3.858	0.407	338.87	5.293
16.	8	4.115	0.434	448.64	6.159
17.	8.5	4.372	0.461	560.08	6.811
18.	9	4.630	0.488	673.17	7.301
19.	9.5	4.887	0.515	787.91	7.670
20.	10	5.144	0.542	904.29	7.945
21.	10.5	5.401	0.569	919.75	7.329
22.	11	5.658	0.596	1010.74	7.339
23.	11.5	5.916	0.623	1103.85	7.333
24.	12	6.173	0.651	1198.87	7.314

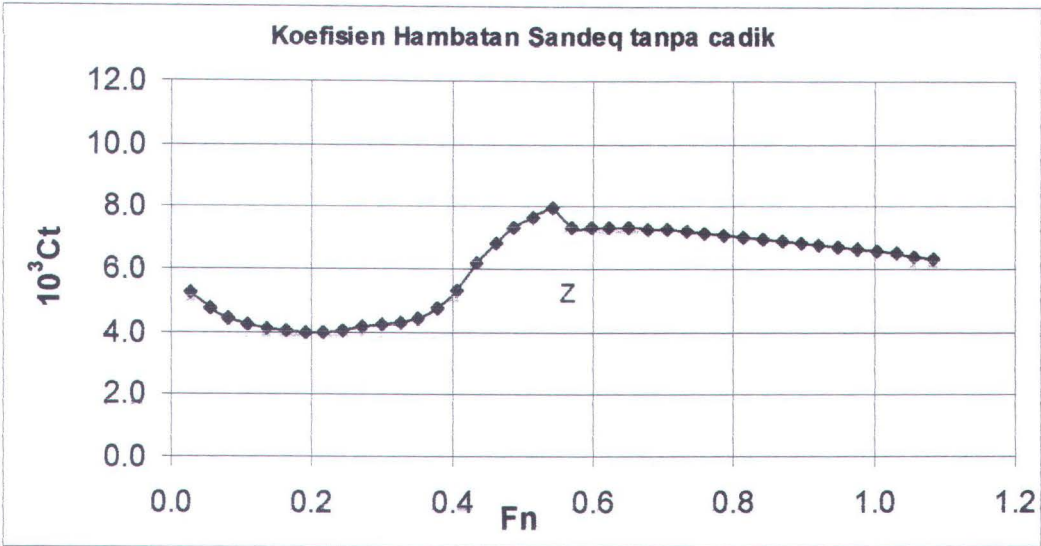


25.	12.5	6.430	0.678	1295.6	7.285
26.	13	6.687	0.705	1393.89	7.246
27.	13.5	6.944	0.732	1493.6	7.200
28.	14	7.202	0.759	1594.62	7.148
29.	14.5	7.459	0.786	1696.84	7.090
30.	15	7.716	0.813	1800.18	7.029
31.	15.5	7.973	0.840	1904.58	6.965
32.	16	8.230	0.867	2009.97	6.898
33.	16.5	8.488	0.894	2116.3	6.829
34.	17	8.745	0.922	2223.53	6.759
35.	17.5	9.002	0.949	2331.64	6.689
36.	18	9.259	0.976	2440.59	6.618
37.	18.5	9.516	1.003	2550.37	6.547
38.	19	9.774	1.030	2660.96	6.476
39.	19.5	10.031	1.057	2772.35	6.405
40.	20	10.288	1.084	2884.52	6.336

Dari tabel perhitungan tahanan dan koefisien tahanan di atas dapat di buat grafik hambatan – kecepatan dan grafik koefisien hambatan – kecepatan.



Gambar 4.1. Kurva Hambatan Sandeq tanpa cadik



Gambar 4.2. Kurva Koefisien hambatan Sandeq tanpa cadik

4.4.2. Perhitungan hambatan kapal Soppe tanpa cadik

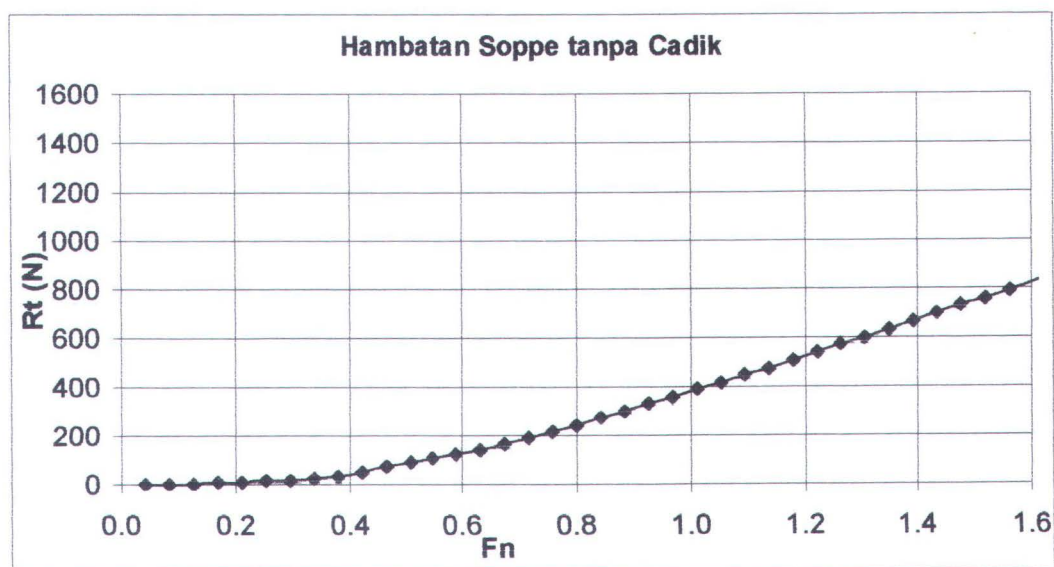
Tabel 4.5. Hambatan dan Koefisien Hambatan kapal Soppe tanpa cadik

No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Fn	Kapal Soppe tanpa cadik	
				R _T	C _T
1	0.5	0.257	0.042	0.43	6.566
2	1	0.514	0.084	1.51	5.764
3	1.5	0.772	0.126	3.17	5.378
4	2	1.029	0.169	5.43	5.182
5	2.5	1.286	0.211	8.47	5.173
6	3	1.543	0.253	12.69	5.383
7	3.5	1.800	0.295	18.21	5.675
8	4	2.058	0.337	24.97	5.958
9.	4.5	2.315	0.379	36.51	6.883
10.	5	2.572	0.422	53.98	8.242
11.	5.5	2.829	0.464	72.73	9.178
12.	6	3.086	0.506	91.94	9.749
13.	6.5	3.344	0.548	111.61	10.084
14.	7	3.601	0.590	122.11	9.513
15.	7.5	3.858	0.632	144.38	9.798
16.	8	4.115	0.674	167.99	10.020
17.	8.5	4.372	0.717	192.78	10.186
18.	9	4.630	0.759	218.58	10.301
19.	9.5	4.887	0.801	245.27	10.374
20.	10	5.144	0.843	272.71	10.410
21.	10.5	5.401	0.885	300.81	10.415
22.	11	5.658	0.927	329.48	10.395

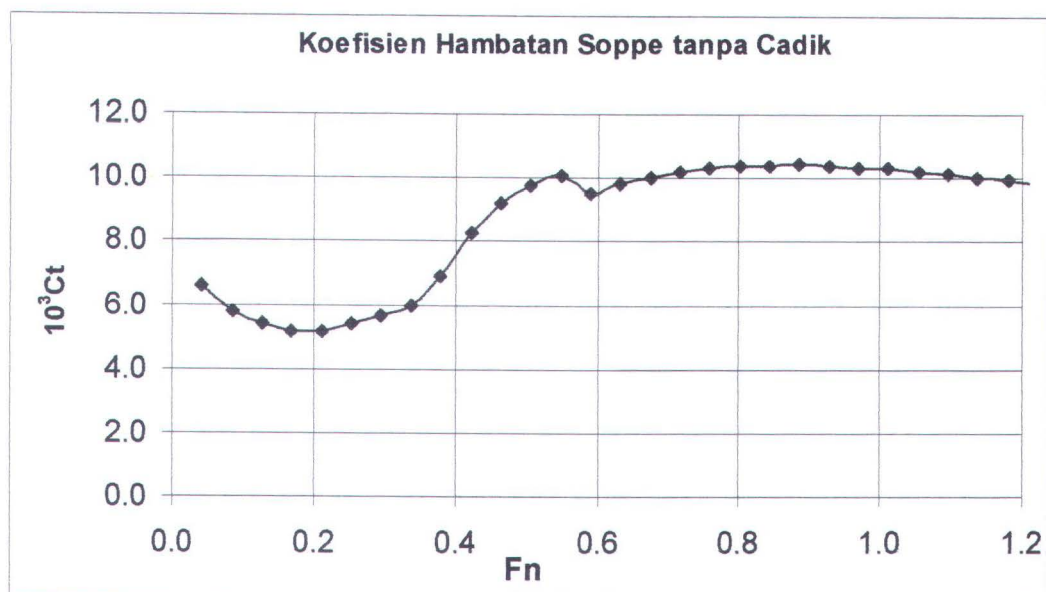


23.	11.5	5.916	0.970	358.62	10.352
24.	12	6.173	1.012	388.2	10.291
25.	12.5	6.430	1.054	418.13	10.215
26.	13	6.687	1.096	448.39	10.128
27.	13.5	6.944	1.138	478.92	10.031
28.	14	7.202	1.180	509.71	9.927
29.	14.5	7.459	1.222	540.71	9.817
30.	15	7.716	1.265	571.91	9.703
31.	15.5	7.973	1.307	603.29	9.586
32.	16	8.230	1.349	634.83	9.466
33.	16.5	8.488	1.391	666.53	9.346
34.	17	8.745	1.433	698.38	9.225
35.	17.5	9.002	1.475	730.36	9.104
36.	18	9.259	1.518	762.48	8.984
37.	18.5	9.516	1.560	794.73	8.864
38.	19	9.774	1.602	827.11	8.746
39.	19.5	10.031	1.644	859.62	8.630
40.	20	10.288	1.686	892.26	8.515

JDari tabel perhitungan tahanan dan koefisien tahanan di atas dapat di buat grafik hambatan – kecepatan dan grafik koefisien hambatan – kecepatan.



Gambar 4.3. Kurva hambatan Soppe tanpa cadik



Gambar 4.4. Kurva Koefisien hambatan Soppe tanpa cadik

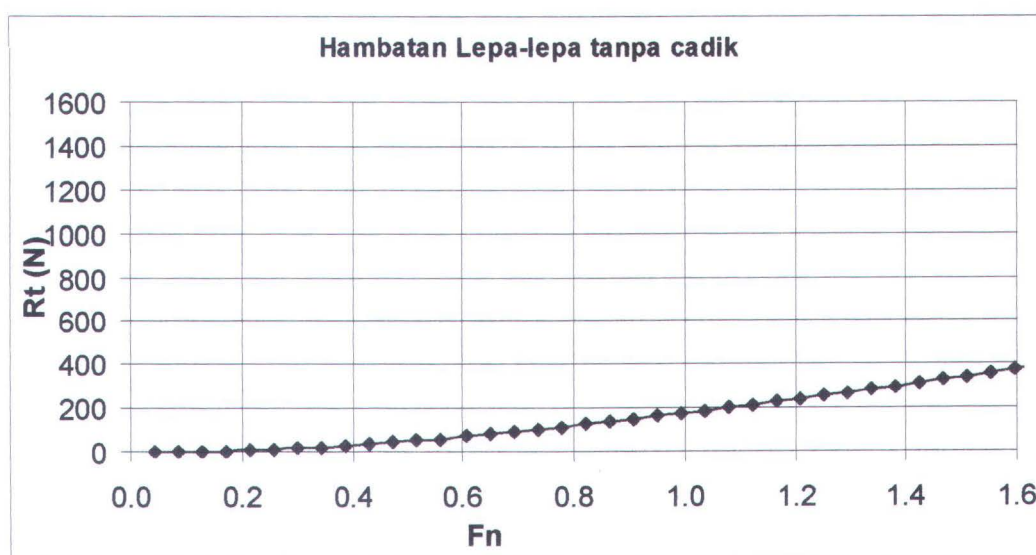
4.4.3. Perhitungan hambatan kapal Lepa-lepa tanpa cadik

Tabel 4.6. Hambatan dan koefisien hambatan Lepa-lepa tanpa cadik

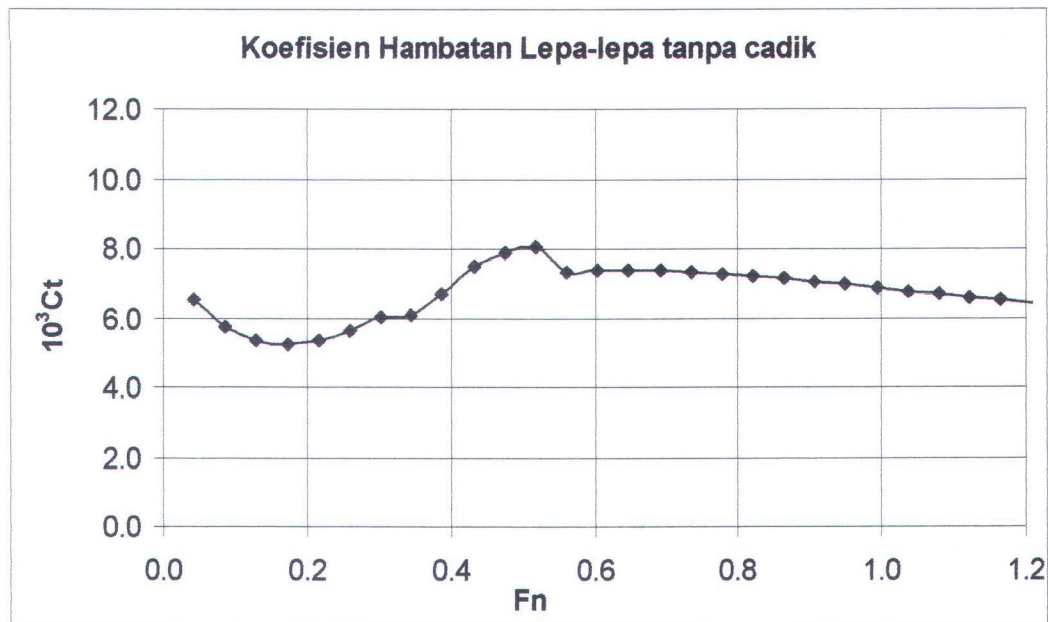
No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	F_n	Kapal Lepa-lepa tanpa cadik	
				R_T	C_T
1	0.5	0.257	0.043	0.31	6.521
2	1	0.514	0.086	1.09	5.732
3	1.5	0.772	0.130	2.29	5.352
4	2	1.029	0.173	3.99	5.246
5	2.5	1.286	0.216	6.37	5.360
6	3	1.543	0.259	9.68	5.656
7	3.5	1.800	0.302	14.03	6.023
8	4	2.058	0.345	18.44	6.061
9.	4.5	2.315	0.389	25.92	6.731
10.	5	2.572	0.432	35.56	7.480
11.	5.5	2.829	0.475	45.21	7.859
12.	6	3.086	0.518	55.19	8.062
13.	6.5	3.344	0.561	58.93	7.335
14.	7	3.601	0.605	68.74	7.377
15.	7.5	3.858	0.648	79.02	7.388
16.	8	4.115	0.691	89.7	7.371
17.	8.5	4.372	0.734	100.74	7.332
18.	9	4.630	0.777	112.11	7.279
19.	9.5	4.887	0.820	123.77	7.212
20.	10	5.144	0.864	135.71	7.137

21.	10.5	5.401	0.907	147.9	7.055
22.	11	5.658	0.950	160.33	6.968
23.	11.5	5.916	0.993	172.99	6.879
24.	12	6.173	1.036	185.86	6.787
25.	12.5	6.430	1.080	198.95	6.696
26.	13	6.687	1.123	212.25	6.605
27.	13.5	6.944	1.166	225.74	6.514
28.	14	7.202	1.209	239.44	6.424
29.	14.5	7.459	1.252	253.34	6.337
30.	15	7.716	1.296	267.43	6.250
31.	15.5	7.973	1.339	281.73	6.167
32.	16	8.230	1.382	296.22	6.085
33.	16.5	8.488	1.425	310.91	6.006
34.	17	8.745	1.468	325.8	5.928
35.	17.5	9.002	1.511	340.9	5.854
36.	18	9.259	1.555	356.19	5.781
37.	18.5	9.516	1.598	371.69	5.711
38.	19	9.774	1.641	387.4	5.643
39.	19.5	10.031	1.684	403.32	5.578
40.	20	10.288	1.727	419.44	5.514

Dari tabel perhitungan tahanan dan koefisien tahanan di atas dapat di buat grafik hambatan – kecepatan dan grafik koefisien hambatan – kecepatan.



Gambar 4.5. Kurva hambatan Lepa-lepa tanpa cadik



Gambar 4.6. Kurva koefisien hambatan Lepa-lepa tanpa cadik

4.5. Perhitungan hambatan kapal dengan menggunakan cadik.

Untuk hambatan kapal dengan cadik, perhitungan dilakukan dengan menghitung sendiri-sendiri hambatan lambung kapal dan hambatan dari cadik. Hal ini disebabkan karena *software hullspeed* membaca lebar kapal sebagai satu kesatuan. Dalam konteks kapal dengan cadik ini, lebar yang dibaca adalah lebar total antar masing-masing cadik sehingga lebar kapal besar sekali dan tidak memenuhi persyaratan yang harus dipenuhi jika ingin menggunakan *software hullspeed* dengan metode holtrop. Jika tidak memenuhi persyaratan ini maka hasil yang diharapkan tidak akan keluar. Persyaratan ini antara lain :

- L/B berada antara 3,9 s/d 15
- B/T berada antara 2,1 s/d 4,0

Setelah nilai hambatan dari cadik dengan menggunakan *software hullspeed* berhasil didapatkan maka besar hambatan total dari kapal dengan cadik dapat di hitung dengan menjumlahkan nilai hambatan cadik dengan nilai hambatan lambung kapal. Jika nilai hambatan total sudah diketahui maka nilai koefisien hambatan juga dapat diketahui.



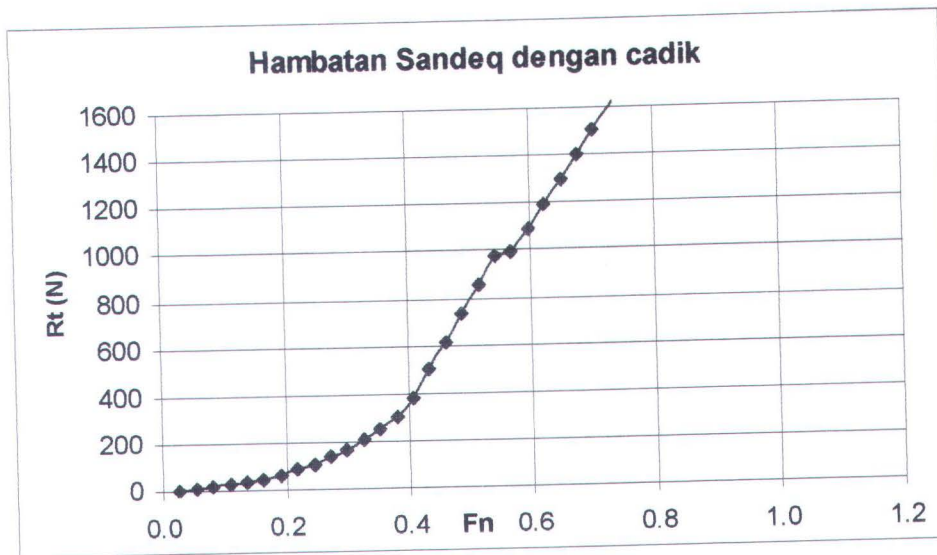
4.5.1. Perhitungan Hambatan Kapal Sandeq dengan cadik

Tabel 4.7. Hambatan dan Koefisien hambatan Sandeq dengan cadik

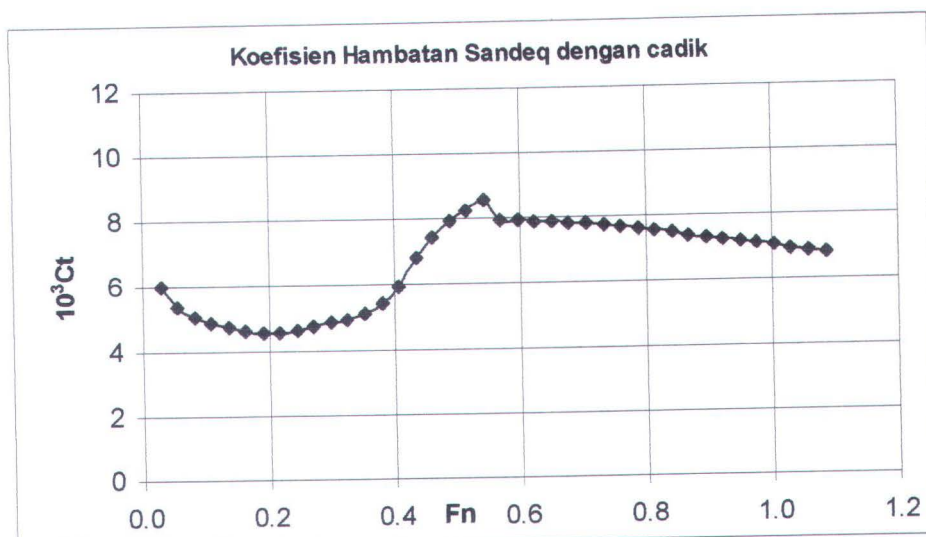
No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Fn	Kapal Sandeq dengan cadik			
				R _T lambung	R _T cadik	R _T	C _T
1	0.5	0.257	0.027	1.5	0.11	1.72	6.025652
2	1	0.514	0.054	5.37	0.4	6.17	5.403819
3	1.5	0.772	0.081	11.34	0.85	13.04	5.075873
4	2	1.029	0.108	19.33	1.45	22.23	4.867378
5	2.5	1.286	0.136	29.29	2.2	33.69	4.721029
6	3	1.543	0.163	41.29	3.1	47.49	4.621419
7	3.5	1.800	0.190	55.59	4.16	63.91	4.569286
8	4	2.058	0.217	72.64	5.36	83.36	4.56303
9	4.5	2.315	0.244	93	6.69	106.38	4.600983
10	5	2.572	0.271	117.72	8.58	134.88	4.725233
11	5.5	2.829	0.298	145.17	11.36	167.89	4.860882
12	6	3.086	0.325	175.35	14.26	203.87	4.959826
13	6.5	3.344	0.352	213.32	17.29	247.9	5.138844
14	7	3.601	0.379	264.09	19.73	303.55	5.425625
15	7.5	3.858	0.407	338.87	22.03	382.93	5.962282
16	8	4.115	0.434	448.64	24.44	497.52	6.808418
17	8.5	4.372	0.461	560.08	26.94	613.96	7.442483
18	9	4.630	0.488	673.17	29.54	732.25	7.917535
19	9.5	4.887	0.515	787.91	32.25	852.41	8.272123
20	10	5.144	0.542	904.29	35.07	974.43	8.534268
21	10.5	5.401	0.569	919.75	37.99	995.73	7.910039
22	11	5.658	0.596	1010.74	41.01	1092.76	7.90961
23	11.5	5.916	0.623	1103.85	44.14	1192.13	7.894844
24	12	6.173	0.651	1198.87	47.38	1293.63	7.86798
25	12.5	6.430	0.678	1295.6	50.72	1397.04	7.83077
26	13	6.687	0.705	1393.89	54.18	1502.25	7.785225
27	13.5	6.944	0.732	1493.6	57.73	1609.06	7.732507
28	14	7.202	0.759	1594.62	61.4	1717.42	7.674252
29	14.5	7.459	0.786	1696.84	65.17	1827.18	7.611337
30	15	7.716	0.813	1800.18	69.05	1938.28	7.544833
31	15.5	7.973	0.840	1904.58	73.04	2050.66	7.475597
32	16	8.230	0.867	2009.97	77.14	2164.25	7.404285
33	16.5	8.488	0.894	2116.3	81.34	2278.98	7.331423
34	17	8.745	0.922	2223.53	85.65	2394.83	7.257591
35	17.5	9.002	0.949	2331.64	90.07	2511.78	7.183253
36	18	9.259	0.976	2440.59	94.59	2629.77	7.108671
37	18.5	9.516	1.003	2550.37	99.23	2748.83	7.034287
38	19	9.774	1.030	2660.96	103.97	2868.9	6.960234
39	19.5	10.031	1.057	2772.35	108.81	2989.97	6.886733
40	20	10.288	1.084	2884.52	113.77	3112.06	6.814023



Dari tabel perhitungan tahanan dan koefisien tahanan di atas dapat di buat grafik hambatan – kecepatan dan grafik koefisien hambatan – kecepatan.



Gambar 4.7. Kurva hambatan Sandeq dengan cadik



Gambar 4.8. Kurva koefisien hambatan Sandeq dengan cadik



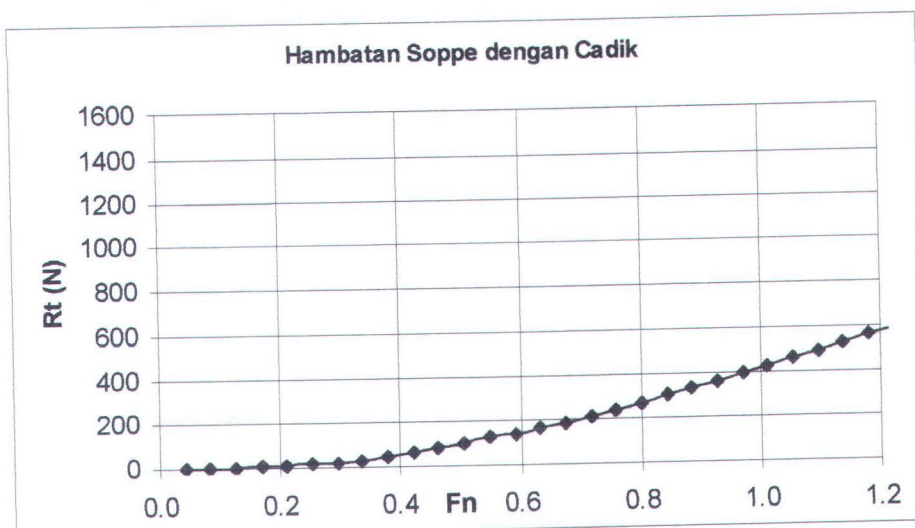
4.5.2. Perhitungan Hambatan Kapal Soppe dengan Cadik

Tabel 4.8. Hambatan dan Koefisien Hambatan Soppe dengan cadik

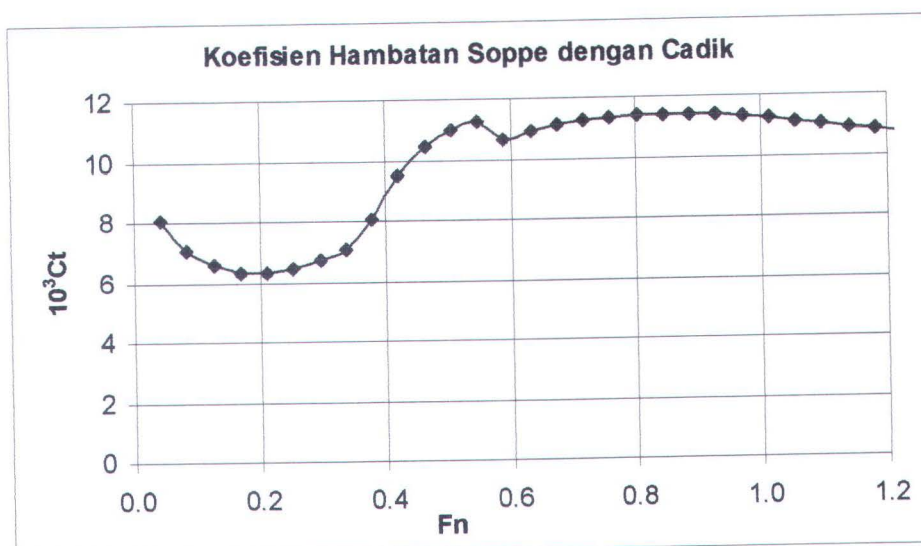
No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Fn	Kapal Soppe dengan cadik			
				R _T lambung	R _T cadik	R _T	C _T
1	0.5	0.257	0.042	0.43	0.05	0.53	8.067687
2	1	0.514	0.084	1.51	0.17	1.85	7.040199
3	1.5	0.772	0.126	3.17	0.36	3.89	6.579309
4	2	1.029	0.169	5.43	0.61	6.65	6.326665
5	2.5	1.286	0.211	8.47	0.92	10.31	6.277574
6	3	1.543	0.253	12.69	1.29	15.27	6.456687
7	3.5	1.800	0.295	18.21	1.72	21.65	6.725661
8	4	2.058	0.337	24.97	2.3	29.57	7.033063
9.	4.5	2.315	0.379	36.51	3.21	42.93	8.067687
10.	5	2.572	0.422	53.98	4.17	62.32	9.486382
11.	5.5	2.829	0.464	72.73	5.09	82.91	10.43025
12.	6	3.086	0.506	91.94	5.84	103.62	10.95353
13.	6.5	3.344	0.548	111.61	6.64	124.89	11.24901
14.	7	3.601	0.590	122.11	7.47	137.05	10.64379
15.	7.5	3.858	0.632	144.38	8.36	161.1	10.89899
16.	8	4.115	0.674	167.99	9.29	186.57	11.09366
17.	8.5	4.372	0.717	192.78	10.26	213.3	11.23482
18.	9	4.630	0.759	218.58	11.28	241.14	11.32915
19.	9.5	4.887	0.801	245.27	12.35	269.97	11.38365
20.	10	5.144	0.843	272.71	13.46	299.63	11.40246
21.	10.5	5.401	0.885	300.81	14.62	330.05	11.39238
22.	11	5.658	0.927	329.48	15.82	361.12	11.35741
23.	11.5	5.916	0.970	358.62	17.07	392.76	11.30173
24.	12	6.173	1.012	388.2	18.36	424.92	11.22943
25.	12.5	6.430	1.054	418.13	19.7	457.53	11.14327
26.	13	6.687	1.096	448.39	21.09	490.57	11.04657
27.	13.5	6.944	1.138	478.92	22.52	523.96	10.94067
28.	14	7.202	1.180	509.71	23.99	557.69	10.82804
29.	14.5	7.459	1.222	540.71	25.52	591.75	10.71064
30.	15	7.716	1.265	571.91	27.08	626.07	10.58897
31.	15.5	7.973	1.307	603.29	28.7	660.69	10.4652
32.	16	8.230	1.349	634.83	30.35	695.53	10.33925
33.	16.5	8.488	1.391	666.53	32.05	730.63	10.21275
34.	17	8.745	1.433	698.38	33.8	765.98	10.08632
35.	17.5	9.002	1.475	730.36	35.59	801.54	9.960068
36.	18	9.259	1.518	762.48	37.43	837.34	9.834902
37.	18.5	9.516	1.560	794.73	39.31	873.35	9.710868
38.	19	9.774	1.602	827.11	41.24	909.59	9.588522
39.	19.5	10.031	1.644	859.62	43.21	946.04	9.467896
40.	20	10.288	1.686	892.26	45.22	982.7	9.349194



Dari tabel perhitungan tahanan dan koefisien tahanan di atas dapat di buat grafik hambatan – kecepatan dan grafik koefisien hambatan – kecepatan.



Gambar 4.9. Kurva hambatan Soppe dengan cadik



Gambar 4.10. Kurva koefisien Hambatan Soppe dengan cadik

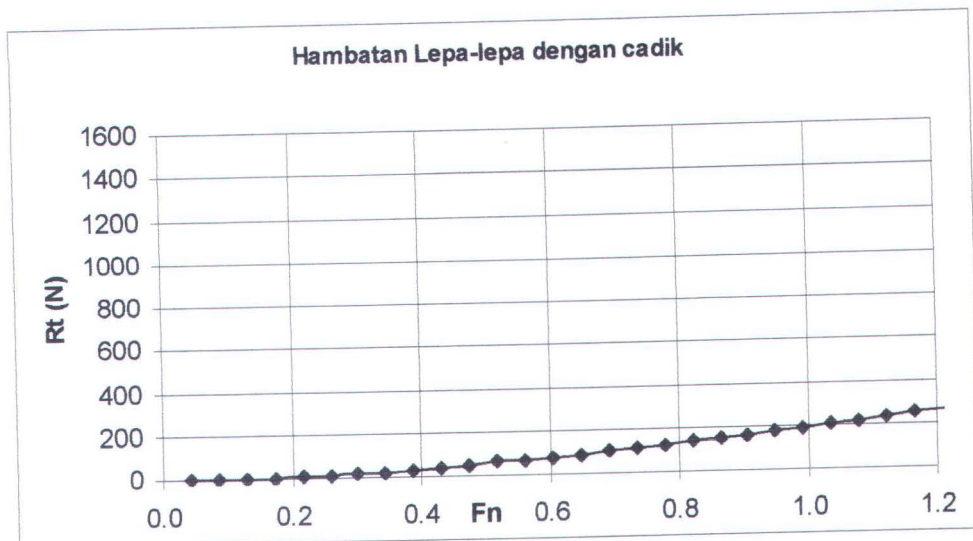
4.5.3. Perhitungan Hambatan Kapal Lepa-lepa dengan Cadik

Tabel. 4.9. Hambatan dan koefisien hambatan Lepa-lepa dengan cadik

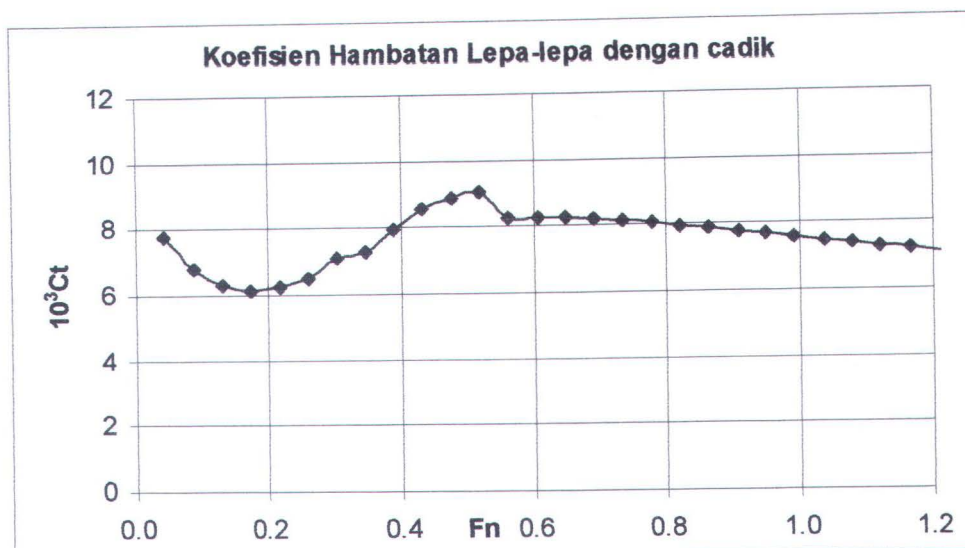
No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Fn	Kapal Lepa-lepa dengan cadik			
				R _T lambung	R _T cadik	R _T	C _T
1	0.5	0.257	0.043	0.31	0.03	0.37	7.764333
2	1	0.514	0.086	1.09	0.1	1.29	6.767561
3	1.5	0.772	0.130	2.29	0.21	2.71	6.318722
4	2	1.029	0.173	3.99	0.35	4.69	6.151136
5	2.5	1.286	0.216	6.37	0.53	7.43	6.236648
6	3	1.543	0.259	9.68	0.75	11.18	6.51691
7	3.5	1.800	0.302	14.03	1.3	16.63	7.121945
8	4	2.058	0.345	18.44	1.92	22.28	7.305293
9.	4.5	2.315	0.389	25.92	2.36	30.64	7.93791
10.	5	2.572	0.432	35.56	2.67	40.9	8.582736
11.	5.5	2.829	0.475	45.21	3.02	51.25	8.888141
12.	6	3.086	0.518	55.19	3.39	61.97	9.030701
13.	6.5	3.344	0.561	58.93	3.79	66.51	8.258529
14.	7	3.601	0.605	68.74	4.22	77.18	8.263255
15.	7.5	3.858	0.648	79.02	4.68	88.38	8.242784
16.	8	4.115	0.691	89.7	5.17	100.04	8.200421
17.	8.5	4.372	0.734	100.74	5.68	112.1	8.139734
18.	9	4.630	0.777	112.11	6.22	124.55	8.066798
19.	9.5	4.887	0.820	123.77	6.78	137.33	7.9829
20.	10	5.144	0.864	135.71	7.37	150.45	7.892865
21.	10.5	5.401	0.907	147.9	7.99	163.88	7.798118
22.	11	5.658	0.950	160.33	8.63	177.59	7.699732
23.	11.5	5.916	0.993	172.99	9.3	191.59	7.600105
24.	12	6.173	1.036	185.86	9.99	205.84	7.49911
25.	12.5	6.430	1.080	198.95	10.71	220.37	7.399032
26.	13	6.687	1.123	212.25	11.46	235.17	7.300249
27.	13.5	6.944	1.166	225.74	12.23	250.2	7.202151
28.	14	7.202	1.209	239.44	13.02	265.48	7.105885
29.	14.5	7.459	1.252	253.34	13.84	281.02	7.012029
30.	15	7.716	1.296	267.43	14.69	296.81	6.920516
31.	15.5	7.973	1.339	281.73	15.56	312.85	6.831487
32.	16	8.230	1.382	296.22	16.46	329.14	6.745019
33.	16.5	8.488	1.425	310.91	17.37	345.65	6.660566
34.	17	8.745	1.468	325.8	18.32	362.44	6.579316
35.	17.5	9.002	1.511	340.9	19.29	379.48	6.500627
36.	18	9.259	1.555	356.19	20.28	396.75	6.424131
37.	18.5	9.516	1.598	371.69	21.3	414.29	6.350435
38.	19	9.774	1.641	387.4	22.34	432.08	6.279129
39.	19.5	10.031	1.684	403.32	23.41	450.14	6.210418
40.	20	10.288	1.727	419.44	24.5	468.44	6.143791



Dari tabel perhitungan tahanan dan koefisien tahanan di atas dapat di buat grafik hambatan – kecepatan dan grafik koefisien hambatan – kecepatan.



Gambar 4.11. Kurva hambatan Lepa-lepa dengan cadik



Gambar 4.12. Kurva koefisien hambatan Lepa-lepa dengan cadik



4.6. Perhitungan Stabilitas

Untuk melakukan perhitungan stabilitas kapal Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa digunakan *software Hydromax Pro*. Model yang telah dibuat pada *software Maxsurf Pro* dapat dimunculkan kembali pada *software* ini. Perhitungan stabilitas ini dilakukan pada beberapa kondisi yaitu pada saat kapal kosong, kapal dengan penumpang dan kapal dengan penumpang dan barang

Perhitungan komponen-komponen berat antara lain :

$$LWT = W_{\text{hull}} + W_{\text{cadik}}$$

$$W_{\text{hull}} = \text{Luas area hull} \times t_{\text{hull}} \times \rho_{\text{kayu}}$$

$$W_{\text{cadik}} = \text{Luas area cadik} \times t_{\text{cadik}} \times \rho_{\text{kayu}}$$

$$W_{\text{kemudi}} = \text{Luas area kemudi} \times t_{\text{kemudi}} \times \rho_{\text{kayu}}$$

$$W_{\text{orang}} = @ 65 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muatan}} = @ 50 \text{ kg untuk Sandeq dan Soppe}$$

$$@ 25 \text{ kg untuk Lepa-lepa}$$

Penentuan stabilitas kapal-kapal tradisional Mandar ini menggunakan kriteria-kriteria yang telah tersedia dalam *software Hydromax Pro*. Dalam *software* ini tidak ada kriteria-kriteria yang spesifik dipergunakan untuk kapal-kapal kecil seperti kapal-kapal tradisional Mandar. Oleh karena itu untuk menghitung stabilitas kapal-kapal tradisional Mandar ini dipergunakan kriteria umum yang sudah sering dipergunakan. Namun kriteria tersebut dikombinasikan dengan kriteria yang sudah pernah dilakukan penelitian untuk kapal layar kayu. Penelitian tersebut dilakukan oleh Marchaj [1964]. Kriteria tersebut antara lain berisi :



1. Luasan di bawah kurva GZ tidak boleh kurang dari 0.055 meter.radian sampai dengan sudut oleng 30 derajat dan tidak boleh kurang dari 0.090 meter radian sampai dengan sudut oleng 40 derajat. Selain itu area di bawah kurva GZ antara sudut oleng 30 derajat dan 40 derajat tidak boleh kurang dari 0.030 meter.radian.
2. Lengan stabilitas statis GZ paling kecil adalah 0.2 meter pada sudut oleng sama dengan atau lebih besar dari 30 derajat.
3. Lengan stabilitas statis maksimum GZ_{max} sebaiknya terjadi pada sudut oleng lebih dari 12,5 derajat. Pada kriteria IMO, untuk lengan stabilitas statis maksimum GZ_{max} terjadi pada sudut oleh lebih dari 25 derajat.
4. tinggi metasentra (MG) tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

4.6.1. Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq Tanpa Cadik

Untuk melakukan perhitungan stabilitas kapal dengan menggunakan *software Hydromax Pro* yang harus dilakukan adalah mengisi kolom loadcase yang telah disediakan pada *Software Hydromax Pro*.

1. Pada saat kapal kosong.

Stability Calculation – Sandeq Tanpa Cadik

Loadcase - Sandeq kondisi 1

Damage Case - Intact

Free to Trim

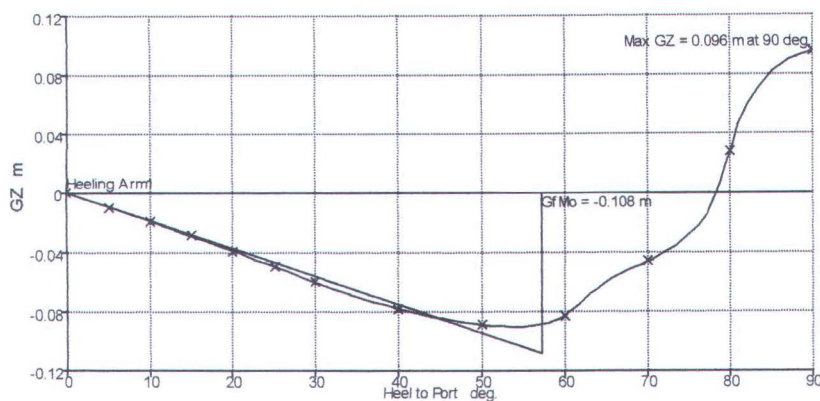
Specific Gravity = 1.025



Tabel.4.10. Penentuan Loadcase berat kosong kapal Sandeq tanpa cadik

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289	0.515
2	konstruksi	1	0.0631	0.000	0.528
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464	0.000
4		Total Weight=	0.541	LCG=0.006 m	VCG=0.494 m
5					FS corr.=0 m
6					VCG fluid=0.494 m

Setelah data dimasukkan dan diproses oleh software Hydromax Pro maka akan mendapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.13. Kurva stabilitas berat kosong kapal sandeq tanpa cadik

Kemudian hasil sesuai kriteria stabilitas antara lain :

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan stabilitas berat kosong kapal sandeq tanpa cadik

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	-0.015	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	-0.028	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	-0.012	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.096	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	90	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	-0.108	Fail (to Port)

2. Dengan 2 orang penumpang

Stability Calculation - Sandeq Tanpa Cadik

Loadcase - Sandeq kondisi 2

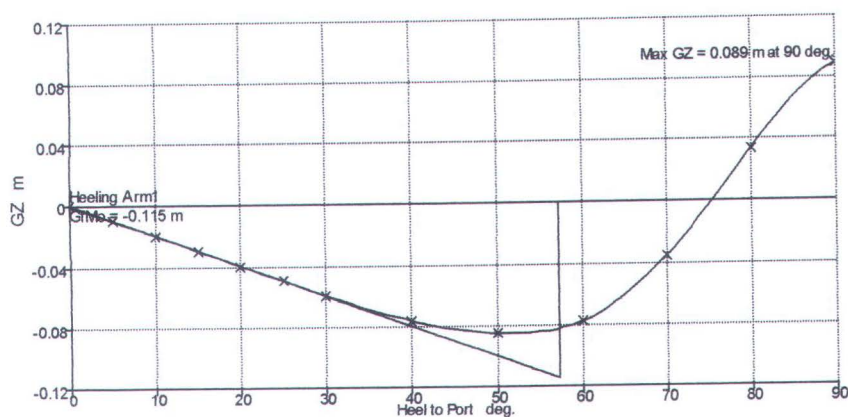
**Damage Case - Intact**

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.12. Penentuan Loadcase kapal Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289	0.515
2	konstruksi	1	0.0631	0.000	0.528
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464	0.000
4	Orang	2	0.0650	0.000	0.500
5		Total Weight=	0.671	LCG=0.004 m	VCG=0.495 m
6					FS corr.=0 m
7					VCG fluid=0.495 m

**Gambar 4.14.** Kurva stabilitas kapal sandeq dengan 2 penumpang

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan stabilitas Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	-0.016	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	-0.028	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	-0.012	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.089	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	90	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	-0.115	Fail (to Port)

3. Dengan penumpang + muatan

Stability Calculation - Sandeq Tanpa Cadik

Loadcase - Sandeq kondisi 3

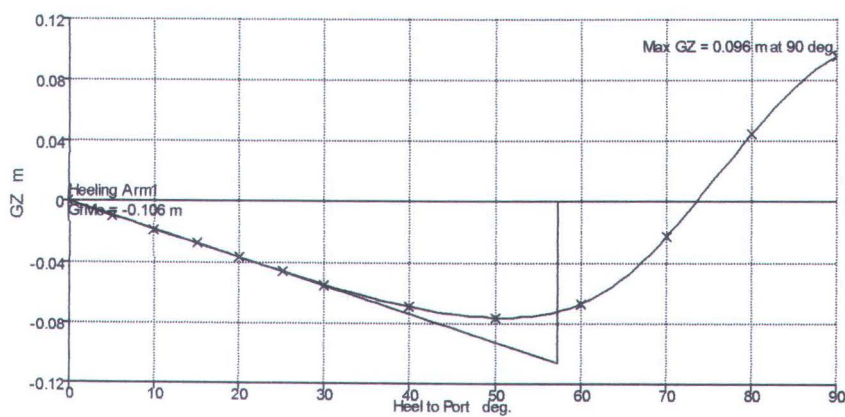
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.14 Penentuan Loadcase 3 Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang + muatan

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289	0.515
2	konstruksi	1	0.0631	0.000	0.528
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464	0.000
4	Orang	2	0.0650	0.000	0.500
5	Muatan	1	0.0500	0.000	0.364
6		Total Weight=	0.721	LCG=0.004 m	VCG=0.486 m
7					FS corr.=0 m
8					VCG fluid=0.486 m



Gambar 4.15 Kurva Stabilitas Sandeq dengan 2 penumpang + muatan

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :



Tabel 4.15. Hasil Perhitungan stabilitas Sandeq tanpa cadik dengan 2 penumpang + muatan

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	-0.014	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	-0.025	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	-0.011	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.096	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	90	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	-0.106	Fail (to Port)

4.6.2. Perhitungan Stabilitas Kapal Soppe Tanpa Cadik

Perhitungan Stabilitas pada kapal Soppe juga dilakukan dengan beberapa kondisi :

1. Pada Saat Kapal Kosong

Stability Calculation - Soppe tanpa cadik

Loadcase - Loadcase berat kosong

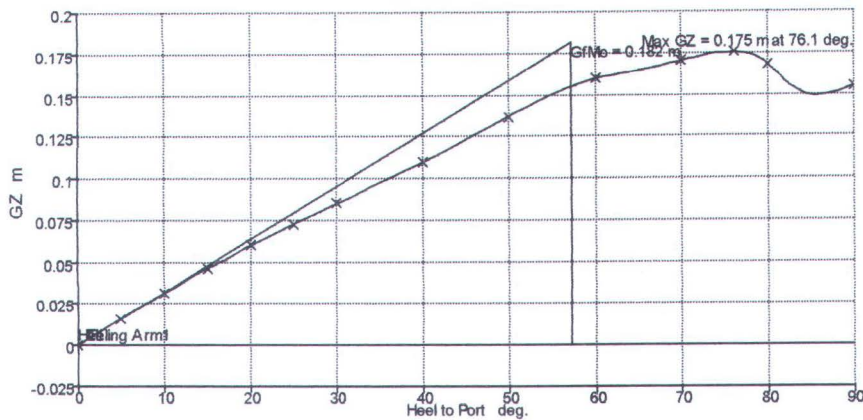
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel. 4.16. Penentuan load case berat kosong kapal soppe tanpa cadik

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long. Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190	0.115
2	konstruksi	1	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323	0.105
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354	0.110
5	- gading 3	1	0.0005	0.569	0.123
6	- gading 4	1	0.0005	1.122	0.149
7	- gading 5	1	0.0004	1.166	0.150
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782	0.000
		Total Weight=	0.0376	LCG=0.099 m	VCG=0.110 m
10					FS corr.=0 m
11					VCG fluid=0.11 m



Gambar 4.16 Kurva Stabilitas berat kosong Soppe tanpa cadik

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.17. Hasil perhitungan stabilitas berat kosong kapal Soppe tanpa cadik

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.023	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.04	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.017	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.175	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	76.074	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.182	Pass (to Port)

2. Dengan 2 Penumpang

Stability Calculation - Soppe tanpa cadik

Loadcase - Loadcase kondisi 2 penumpang

Damage Case - Intact

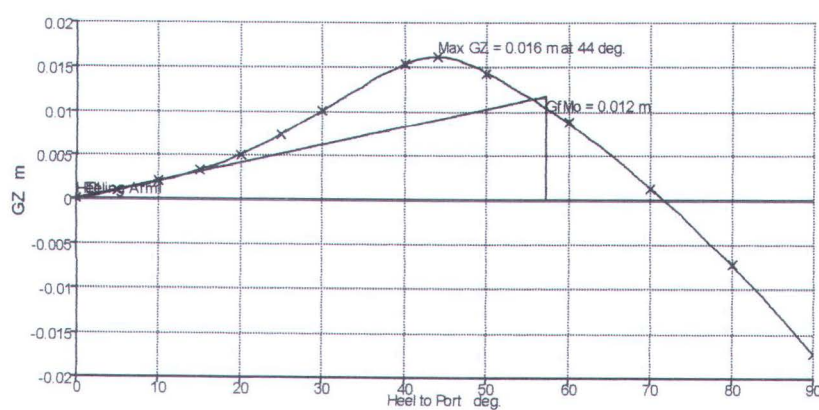
Free to Trim

Specific Gravity = 1.025



Tabel 4.18. Penentuan load case kapal soppe tanpa cadik dengan 2 penumpang

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190	0.115
2	konstruksi	1	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323	0.105
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354	0.110
5	- gading 3	1	0.0005	0.569	0.123
6	- gading 4	1	0.0005	1.122	0.149
7	- gading 5	1	0.0004	1.166	0.150
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782	0.000
9	Penumpang	2	0.0650	0.000	0.300
10		Total Weight=	0.1676	LCG=0.022 m	VCG=0.257 m
11					FS corr.=0 m
12					VCG fluid=0.257 m



Gambar 4.17. Kurva Stabilitas kapal soppe dengan 2 penumpang

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.19 Hasil perhitungan stabilitas kapal Soppe dengan 2 penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.002	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.004	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.002	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.016	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	43.958	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.012	Fail (to Port)

3. Dengan Penumpang + Muatan

Stability Calculation - Soppe tanpa cadik

Loadcase - Loadcase3 + muatan

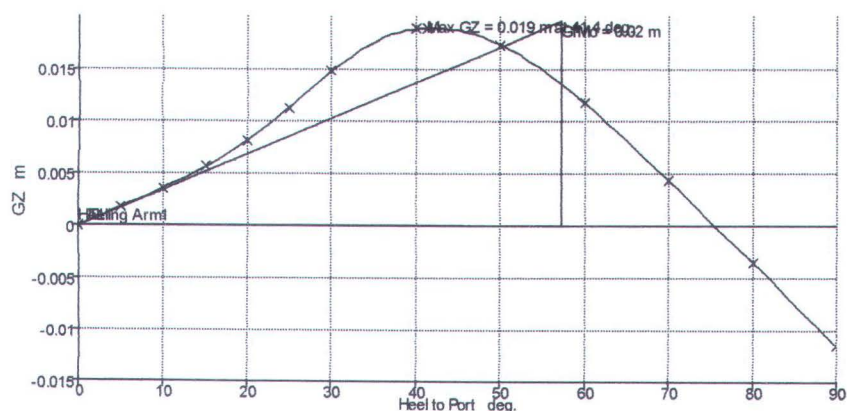
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.20 Hasil perhitungan stabilitas kapal Soppe dengan 2 penumpang + Muatan

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long. Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190	0.115
2	konstruksi	1	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323	0.105
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354	0.110
5	- gading 3	1	0.0005	0.569	0.123
6	- gading 4	1	0.0005	1.122	0.149
7	- gading 5	1	0.0004	1.166	0.150
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782	0.000
9	Penumpang	2	0.0650	0.000	0.300
10	Muatan	1	0.0250	0.000	0.200
11		Total Weight=	0.1926	LCG=0.019 m	VCG=0.250 m
12					FS corr.=0 m
13					VCG fluid=0.25 m



Gambar 4.18 Kurva Stabilitas kapal soppe dengan 2 penumpang + Muatan

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :



Tabel 4.21 Hasil perhitungan stabilitas kapal Soppe dengan 2 penumpang + Muatan

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.003	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.006	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.003	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.019	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	41.397	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.02	Fail (to Port)

4.6.3. Perhitungan Stabilitas kapal Lepa-lepa Tanpa Cadik

Perhitungan stabilitas kapal Lepa-lepa dilakukan dengan beberapa kondisi

antara lain :

1. Pada saat kapal kosong

Stability Calculation - Lepa-lepa tanpa cadik

Loadcase - Loadcase1 berat kosong

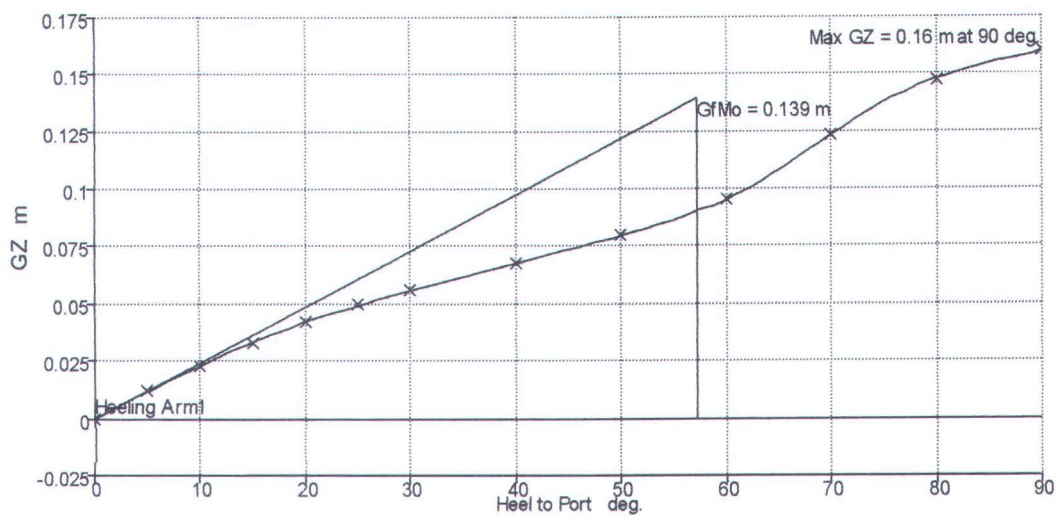
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.22 Penentuan loadcase berat kosong Kapal Lepa-lepa Tanpa Cadik

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037	0.100
2	konstruksi	0	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626	0.120
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845	0.120
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854	-0.037
6		Total Weight=	0.0362	LCG=-0.072 m	VCG=0.095 m
7					FS corr.=0 m
8					VCG fluid=0.095 m



Gambar 4.19 Kurva stabilitas berat kosong kapal Lepa-lepa tanpa cadik

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan stabilitas berat kosong kapal Lepa-lepa Tanpa Cadik

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.016	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.027	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.011	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.16	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	90	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.139	Fail (to Port)

2. Dengan 1 Penumpang

Stability Calculation - Lepa-lepa tanpa cadik

Loadcase - Loadcase2 dg 1 penumpang

Damage Case - Intact

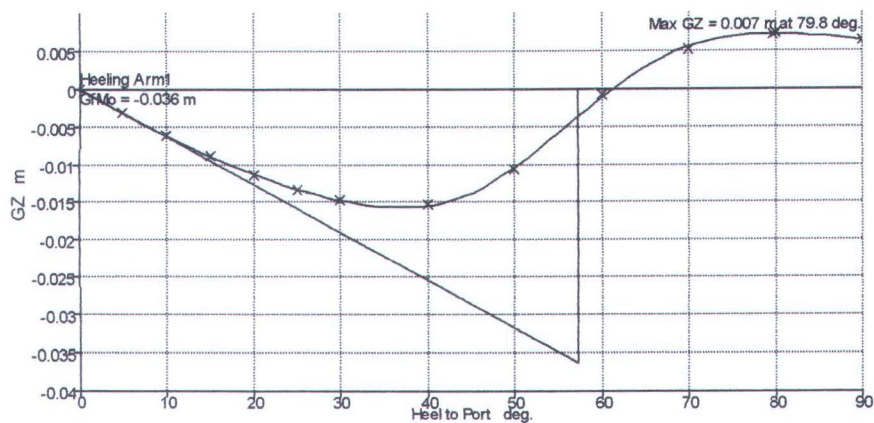
Free to Trim

Specific Gravity = 1.025



Tabel 4.24 Penentuan load case kapal lepa-lepa dengan 1 penumpang

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long. Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037	0.100
2	konstruksi	0	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626	0.120
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845	0.120
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854	-0.037
6	1 penumpang	1	0.0650	0.000	0.300
7		Total Weight=	0.1012	LCG=-0.026 m	VCG=0.227 m
8					FS corr.=0 m
9					VCG fluid=0.227 m



Gambar 4.20. Kurva stabilitas kapal lepa-lepa dengan 1 orang penumpang.

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.21. Hasil Perhitungan stabilitas kapal lepa-lepa Tanpa Cadik dengan 1 penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	-0.004	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	-0.007	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	-0.003	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.007	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	79.823	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	-0.036	Fail (to Port)



3. Dengan 1 Penumpang + Muatan

Stability Calculation - Lepa-lepa tanpa cadik

Loadcase - Loadcase3 dg muatan 25 kg

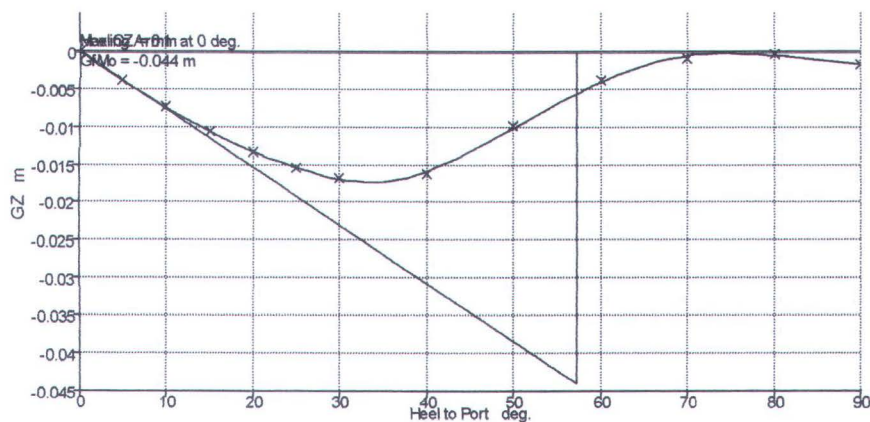
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.22. Load Case Lepa-lepa Tanpa Cadik dengan Penumpang + Muatan

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037	0.100
2	konstruksi	0	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626	0.120
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845	0.120
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854	-0.037
6	1 penumpang	1	0.0650	0.000	0.300
7	barang	1	0.0250	0.000	0.250
8		Total Weight=	0.1262	LCG=-0.021 m	VCG=0.231 m
9					FS corr.=0 m
10					VCG fluid=0.231 m



Gambar 4.21. Kurva stabilitas kapal lepa-lepa tanpa cadik dengan 1 orang penumpang. + Muatan

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :



Tabel 4.23. Hasil Perhitungan stabilitas kapal lepa-lepa Tanpa Cadik dengan 1 penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	-0.005	Fail (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	-0.008	Fail (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	-0.003	Fail (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0	Fail (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	0	Fail (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	-0.044	Fail (to Port)

4.6.4. Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq dengan Cadik

Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq Cadik dilakukan dengan beberapa

kondisi :

1. Berat Kapal Kosong

Stability Calculation – Sandeq

Loadcase – Sandeq kondisi 1

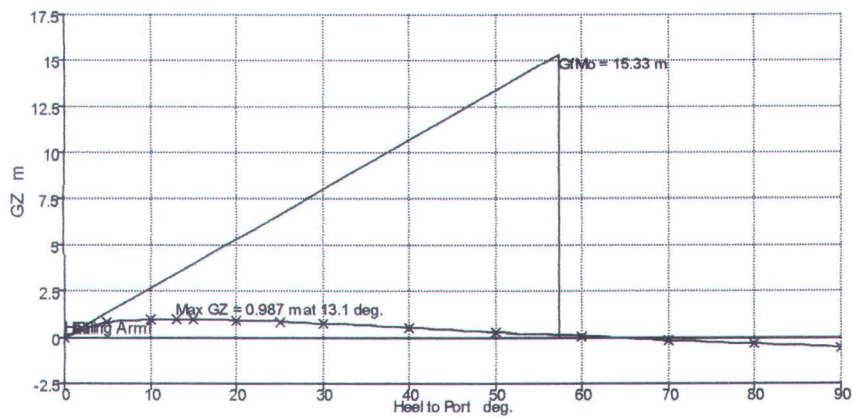
Damage Case – Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.24 Load Case Berat Kosong Kapal Sandeq Cadik

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289	0.515
2	konstruksi	1	0.0631	0.000	0.528
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464	0.000
4	tiang	1	0.1501	1.168	4.500
5	Cadik	1	0.1830	0.480	0.428
6	pegangan Cadik	1	0.1031	0.000	0.700
7	layar	1	0.0112	-2.529	4.750
8		Total Weight=	0.988	LCG=0.241 m	VCG=1.160 m
9					FS corr.=0 m
10					VCG fluid=1.16 m



Gambar 4.22. Kurva stabilitas Berat Kapal Kosong Sandeq Cadik

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Berat Kosong Stabilitas Kapal Sandeq Cadik

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.437	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.55	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.114	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.756	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	13.054	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	15.33	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.17	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	13.054	Pass (to Port)

2. Dengan 2 Orang Penumpang

Stability Calculation - Sandeq

Loadcase - Sandeq kondisi 2

Damage Case - Intact

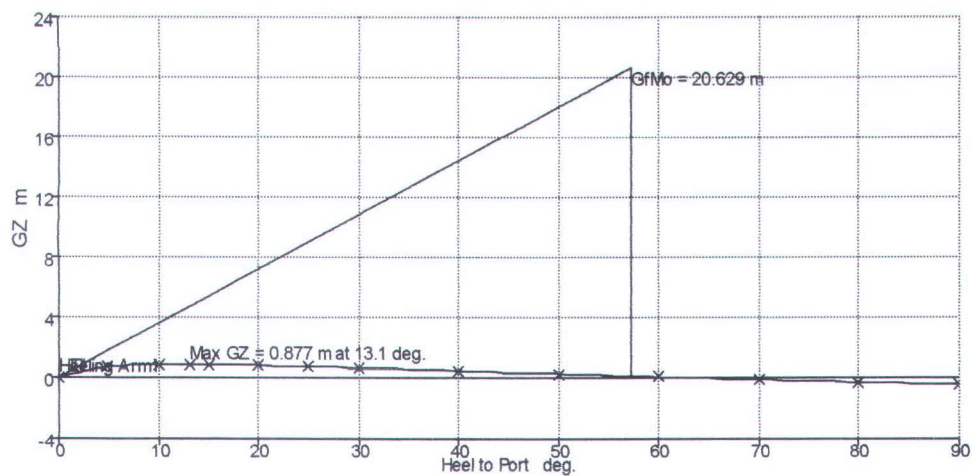
Free to Trim

Specific Gravity = 1.025



Tabel 4.26 Load Case Kapal Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289	0.515
2	konstruksi	1	0.0631	0.000	0.528
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464	0.000
4	tiang	1	0.1501	1.168	4.500
5	Cadik	1	0.1830	0.480	0.390
6	pegangan Cadik	1	0.1031	0.000	0.700
7	layar	1	0.0112	-2.529	4.750
8	Orang	2	0.0650	0.000	0.500
9		Total Weight=	1.118	LCG=0.213 m	VCG=1.077 m
10					FS corr.=0 m
11					VCG fluid=1.077 m



Gambar 4.23 Kurva stabilitas Kapal Sandeq Cadik dengan 2 penumpang

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :

Tabel 4.27 Tabel Hasil Perhitungan Stabilitas Kapal Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.388	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.488	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.1	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.668	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	13.073	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	20.629	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.152	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	13.073	Pass (to Port)



3. Dengan 2 Penumpang + Muatan

Stability Calculation - Sandeq

Loadcase - Sandeq kondisi 3

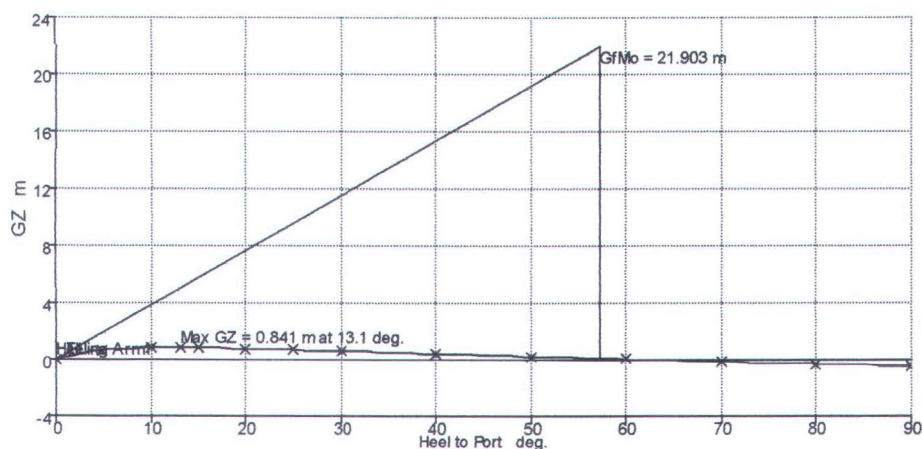
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.28 Load Case Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long. Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289	0.515
2	konstruksi	1	0.0631	0.000	0.528
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464	0.000
4	tiang	1	0.1501	1.168	4.500
5	Cadik	1	0.1830	0.480	0.428
6	pegangan Cadik	1	0.1031	0.000	0.700
7	layar	1	0.0112	-2.529	4.750
8	Orang	2	0.0650	0.000	0.500
9	Muatan	1	0.0500	0.000	0.364
10		Total Weight=	1.168	LCG=0.204 m	VCG=1.053 m
11					FS corr.=0 m
12					VCG fluid=1.053 m



Gambar 4.24 Kurva Stabilitas Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan

Kemudian hasil sesuai kriteria antara lain :



Tabel 4.29 Tabel Hasil Perhitungan Stabilitas Sandeq Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.388	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.488	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.1	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.668	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	13.073	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	20.629	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.152	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	13.073	Pass (to Port)

4.6.5. Perhitungan Stabilitas Kapal Soppe dengan Cadik

Untuk menghitung stabilitas kapal Soppe dilakukan dengan beberapa kondisi antara lain :

1. Berat Kapal Kosong

Stability Calculation - Soppe cadik

Loadcase - Loadcase berat kosong

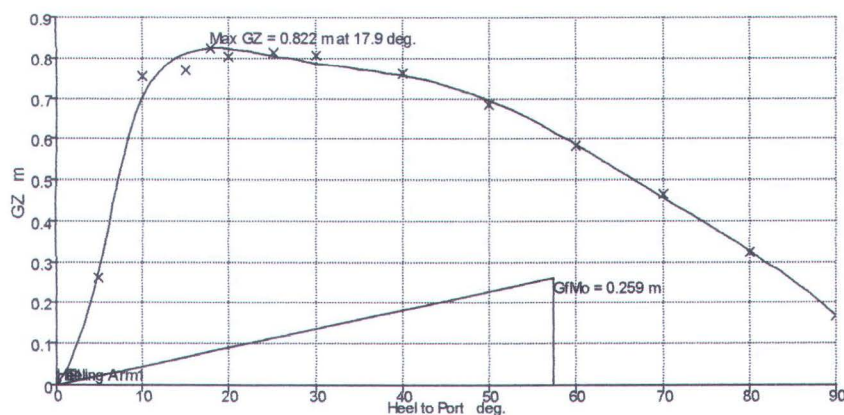
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.30 Load Case Berat kosong Kapal Soppe dengan Cadik

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190	0.115
2	konstruksi	1	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323	0.105
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354	0.110
5	- gading 3	1	0.0005	0.569	0.123
6	- gading 4	1	0.0005	1.122	0.149
7	- gading 5	1	0.0004	1.166	0.150
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782	0.000
10	Cadik	1	0.0000	0.000	0.000
11	No 1	1	0.0046	0.052	0.126
12	No 2	1	0.0046	0.052	0.126
13	pegangan Cadik	1	0.0000	0.000	0.000
14	No 1	1	0.0025	-1.313	0.150
15		Total Weight=	0.0493	LCG=0.018 m	VCG=0.115 m
16					FS corr.=0 m
17					VCG fluid=0.115 m



Gambar 4.25. Kurva Stabilitas Berat Kosong Soppe dengan cadik

Kemudian hasil kriteria, antara lain :

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Stabilitas Berat Kosong Soppe dengan Cadik

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.334	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.469	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.135	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.787	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	17.918	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.259	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.164	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	17.918	Pass (to Port)

2. Dengan 2 Penumpang

Stability Calculation - Soppe edit cadik 2

Loadcase - Loadcase kondisi 2 penumpang

Damage Case - Intact

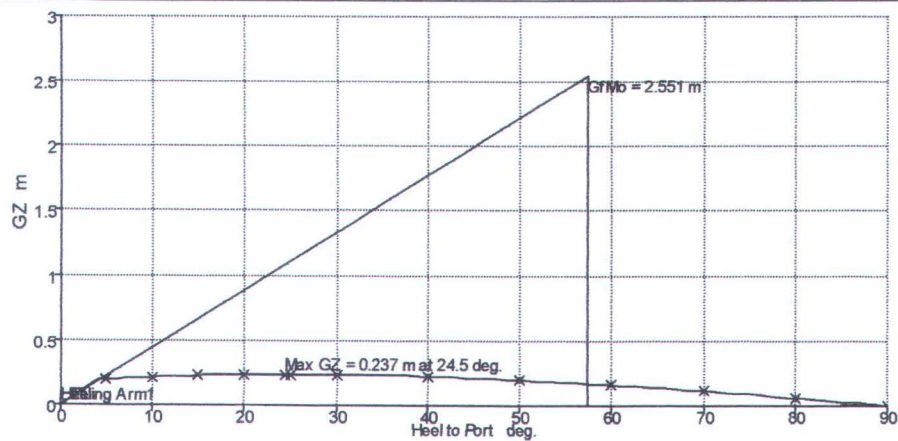
Free to Trim

Specific Gravity = 1.025



Tabel 4.32 Load Case Soppe Cadik dengan 2 Penumpang

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190	0.115
2	konstruksi	1	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323	0.105
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354	0.110
5	- gading 3	1	0.0005	0.569	0.123
6	- gading 4	1	0.0005	1.122	0.149
7	- gading 5	1	0.0004	1.166	0.150
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782	0.000
9					
10	Cadik	1	0.0000	0.000	0.000
11	No 1	1	0.0046	0.052	0.126
12	No 2	1	0.0046	0.052	0.126
13	pegangan Cadik	1	0.0000	0.000	0.000
14	No 1	1	0.0025	-1.313	0.150
15	Penumpang	2	0.0650	0.000	0.300
16		Total Weight=	0.1793	LCG=0.005 m	VCG=0.249 m
17					FS corr.=0 m
18					VCG fluid=0.249 m



Gambar 4.26. Kurva Stabilitas Soppe Cadik dengan 2 Penumpang

Kemudian hasil kriteria antara lain :



Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Stabilitas Soppe Cadik dengan 2 Penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.109	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.149	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.04	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.235	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	24.471	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	2.551	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.086	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	24.471	Pass (to Port)

3. Dengan 2 Penumpang + Muatan

Stability Calculation - Soppe edit cadik 2

Loadcase - Loadcase3 + muatan

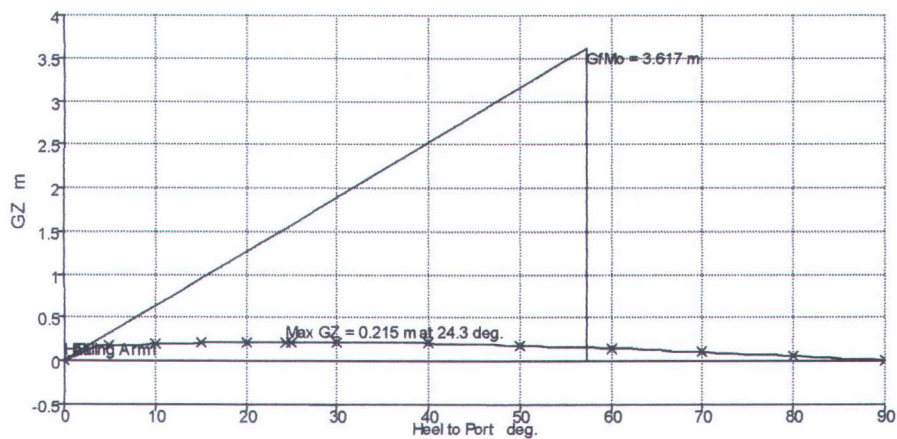
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.34 Load Case Soppe Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190	0.115
2	konstruksi	1	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323	0.105
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354	0.110
5	- gading 3	1	0.0005	0.569	0.123
6	- gading 4	1	0.0005	1.122	0.149
7	- gading 5	1	0.0004	1.166	0.150
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782	0.000
9					
10	Cadik	1	0.0000	0.000	0.000
11	No 1	1	0.0046	0.052	0.126
12	No 2	1	0.0046	0.052	0.126
13	pegangan Cadik	1	0.0000	0.000	0.000
14	No 1	1	0.0025	-1.313	0.150
15	Penumpang	2	0.0650	0.000	0.300
16	Muatan	1	0.0250	0.000	0.200
17		Total Weight=	0.2043	LCG=0.004 m	VCG=0.243 m
18					FS corr.=0 m
19					



Gambar 4.27 Kurva Stabilitas Soppe Cadik dengan 2 Penumpang + Muatan

Kemudian hasil perhitungan stabilitasnya adalah :

Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Stabilitas soppe cadik dengan 2 Penumpang + Muatan

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.098	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.135	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.037	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.214	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	24.349	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	3.617	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.077	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	24.349	Pass (to Port)

4.6.6 Perhitungan Stabilitas Kapal Lepa-lepa dengan Cadik

Untuk menghitung stabilitas kapal Lepa-lepa dilakukan dengan beberapa kondisi, antara lain :

1. Berat kapal Kosong

Stability Calculation - Lepa-lepa cadik

Loadcase - Loadcase1 berat kosong

Damage Case - Intact

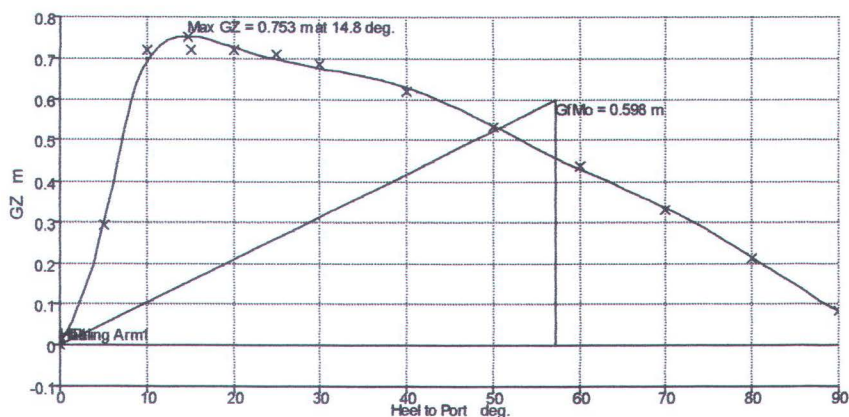
Free to Trim

Specific Gravity = 1.025



Tabel 4.36 Load Case Berat Kosong Kapal Lepas-lepa dengan Cadik

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037	0.100
2	konstruksi	0	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626	0.120
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845	0.120
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854	-0.037
6	tiang	1	0.0044	0.665	0.750
7	Cadik	0	0.0000	0.000	0.000
8	- cadik 1	1	0.0016	0.344	0.135
9	- cadik 2	1	0.0016	0.344	0.135
10	pegangan Cadik	0	0.0000	0.000	0.000
11	- No 1	1	0.0018	0.631	0.150
12	- No 2	1	0.0018	1.743	0.150
13	layar	1	0.0000	-0.440	1.155
14		Total Weight=	0.0473	LCG=0.118 m	VCG=0.163 m
15					FS corr.=0 m
16					VCG fluid=0.163 m



Gambar 4.28 Kurva Stabilitas Berat Kosong Lepas-lepa dengan Cadik

Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Berat Kosong Stabilitas Lepas-lepa cadik

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.098	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.135	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.037	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.214	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	24.349	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	3.617	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.077	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	24.349	Pass (to Port)



2. Dengan 1 Penumpang

Stability Calculation - Lepa-lepa cadik

Loadcase - Loadcase2 dg 1 penumpang

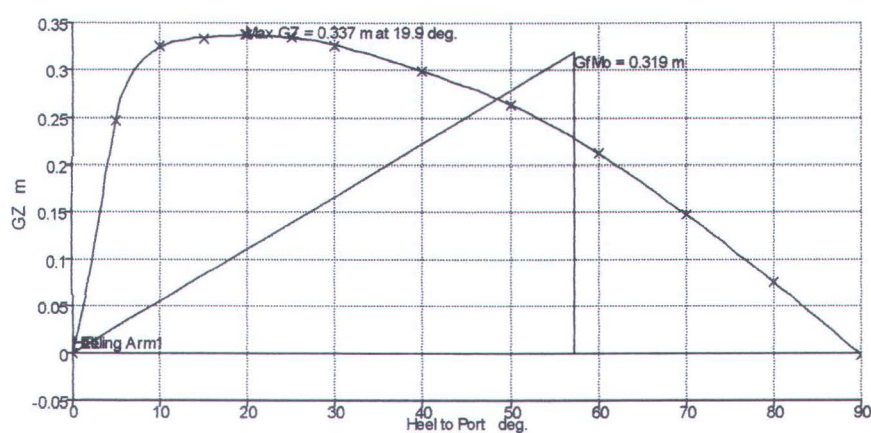
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.38 Load Case Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long. Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037	0.100
2	konstruksi	0	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626	0.120
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845	0.120
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854	-0.037
6	tiang	1	0.0044	0.665	0.750
7	Cadik	0	0.0000	0.000	0.000
8	- cadik 1	1	0.0016	0.344	0.135
9	- cadik 2	1	0.0016	0.344	0.135
10	pegangan Cadik	0	0.0000	0.000	0.000
11	- No 1	1	0.0018	0.631	0.150
12	- No 2	1	0.0018	1.743	0.150
13	layar	1	0.0000	-0.440	1.155
14	1 penumpang	1	0.0650	0.000	0.300
15		Total Weight=	0.1123	LCG=0.050 m	VCG=0.242 m
16					FS corr.=0 m
17					VCG fluid=0.242 m



Gambar 4.28 Kurva Stabilitas Lepa-lepa Cadik dengan 1 Penumpang



Kemudian hasil perhitungannya adalah :

Tabel 4.39 hasil Perhitungan Stabilitas Lepas-lepa Cadik dengan 1 Penumpang

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.152	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.207	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.055	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.326	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	19.853	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.319	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.093	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	19.853	Pass (to Port)

3. Dengan 1 Penumpang + Muatan

Stability Calculation - Lepas-lepa cadik

Loadcase - Loadcase3 dg muatan 25 kg

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

Tabel 4.40 Load Case Lepas-lepa Cadik dengan 1 Penumpang + Muatan

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert. Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037	0.100
2	konstruksi	0	0.0000	0.000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626	0.120
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845	0.120
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854	-0.037
6	tiang	1	0.0044	0.665	0.750
7	Cadik	0	0.0000	0.000	0.000
8	- cadik 1	1	0.0016	0.344	0.135
9	- cadik 2	1	0.0016	0.344	0.135
10	pegangan Cadik	0	0.0000	0.000	0.000
11	- No 1	1	0.0018	0.631	0.150
12	- No 2	1	0.0018	1.743	0.150
13	layar	1	0.0000	-0.440	1.155
14	1 penumpang	1	0.0650	0.000	0.300
15	barang	1	0.0250	0.000	0.250
16		Total Weight=	0.1373	LCG=0.041 m	VCG=0.244 m
17					FS corr.=0 m
18					VCG fluid=0.244 m



Gambar 4.29 Kurva Stabilitas Lapa-lapa Cadik dengan 1 Penumpang + Muatan

Kemudian hasil perhitungannya adalah :

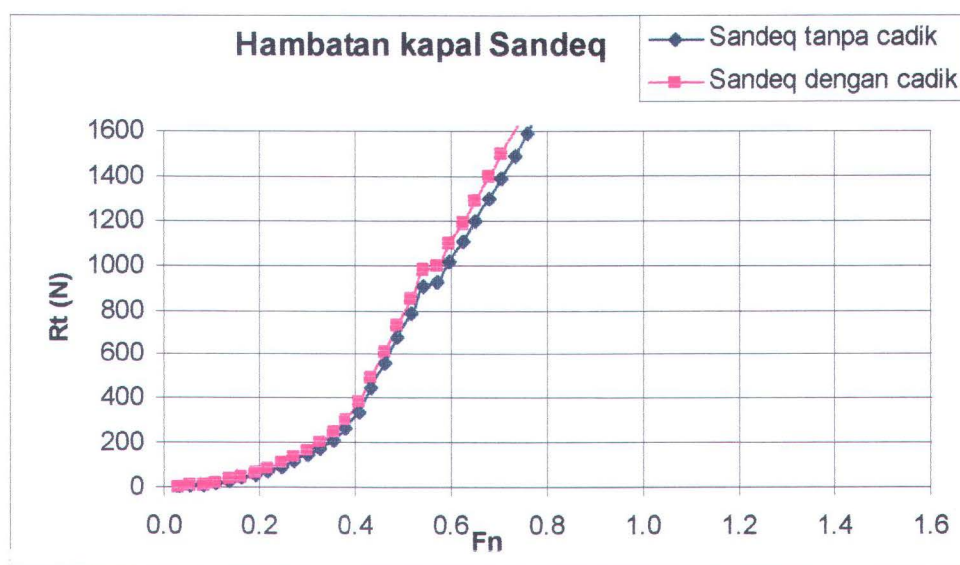
Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Stabilitas Lapa-lapa Cadik dengan 1 Penumpang + Muatan

	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055	0.131	Pass (to Port)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09	0.178	Pass (to Port)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03	0.047	Pass (to Port)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2	0.28	Pass (to Port)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5	22.493	Pass (to Port)
6	IMO	GM	m	0.15	0.266	Pass (to Port)
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126	0.094	Pass (to Port)
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10	22.493	Pass (to Port)

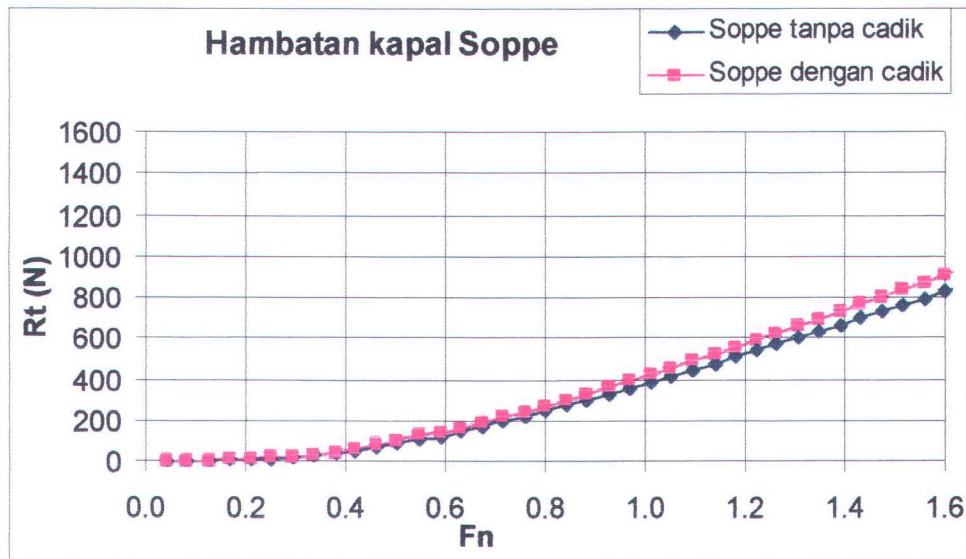


4.7. Analisa Hambatan

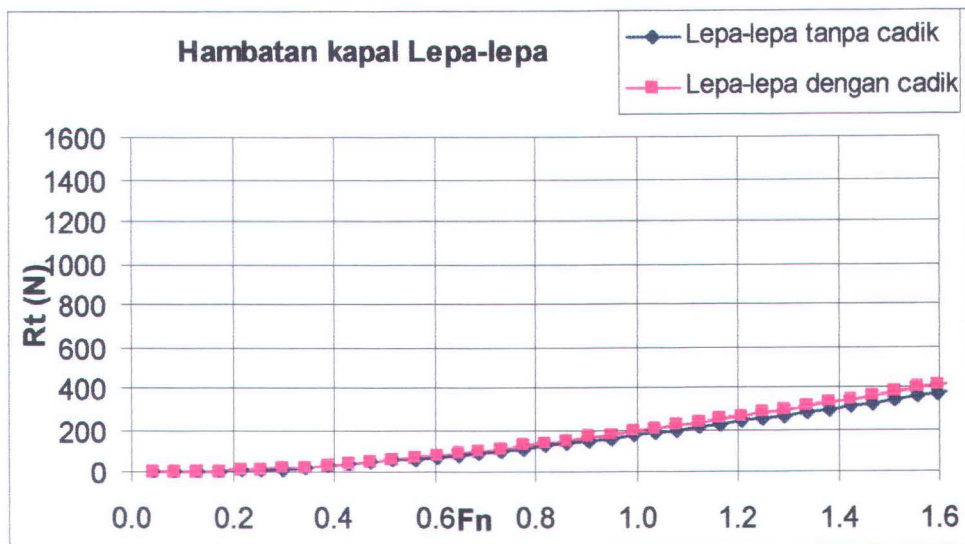
Dari hasil perhitungan hambatan kapal terlihat bahwa kapal dengan cadik memiliki hambatan yang lebih besar dibandingkan dengan kapal tanpa cadik. Pengaruh cadik terhadap besarnya hambatan kapal terlihat seperti pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.30. Kurva hambatan kapal Sandeq



Gambar 4.31. Kurva hambatan Kapal Soppe



Gambar 4.32. Kurva hambatan Kapal Lepa-lepa

Pada grafik terlihat bahwa kapal yang memiliki hambatan paling besar adalah kapal Sandeq. Namun hal tersebut bukan berarti kapal sandeq memiliki kemampuan yang kurang bagus dibandingkan kedua jenis kapal lainnya sebab besarnya hambatan juga berhubungan dengan ukuran kapal. Semakin besar ukuran suatu kapal maka hambatan kapal juga akan bertambah besar.

Selain itu terlihat pula bahwa terjadinya penambahan nilai hambatan kapal yang memakai cadik dibandingkan tidak memakai cadik mulai terlihat pada saat F_n 0,2. Sedangkan pada kapal soppe, hambatan kapal ketika memakai cadik dibandingkan tidak memakai cadik mulai terlihat pada saat F_n 0,4. Begitu pula yang terjadi pada kapal Lepa-lepa. Hambatan mulai terlihat pada F_n 0,4 ketika memakai cadik dibandingkan ketika tidak memakai cadik. Sebenarnya penambahan hambatan sudah terjadi sebelum F_n 0,1 tetapi jumlahnya masih terlalu kecil sehingga pada grafik terlihat seperti tidak terjadi peningkatan

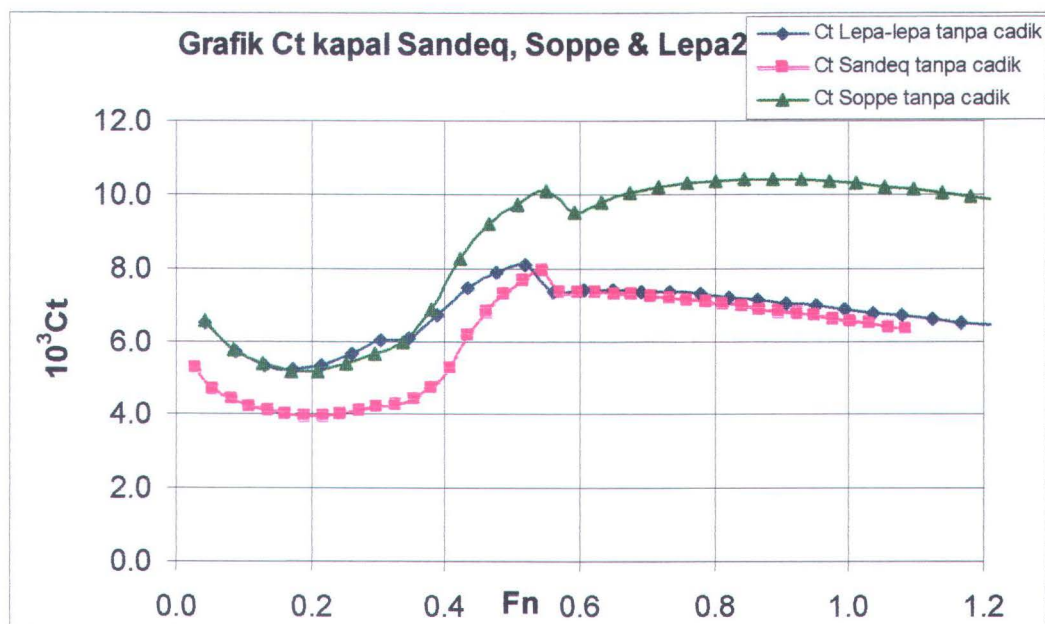


hambatan pada kapal yang memakai cadik dibandingkan pada kapal yang tidak memakai cadik.

Besarnya perubahan hambatan antara kapal tanpa cadik dan dengan memakai cadik antara lain berkisar :

- pada Fn 0.4 kapal Sandeq besarnya perubahan hambatan antara kapal dengan cadik dengan tanpa cadik sebesar 13 %. Pada kapal Soppe untuk Fn yang sama berkisar 15.45%. Sedangkan pada Lepa-lepa sebesar 15% untuk Fn yang sama.

Dari perhitungan terhadap C_T masing-masing kapal Soppe, sandeq dan lepa-lepa dapat di lihat bahwa yang memiliki koefisien hambatan paling kecil adalah kapal Sandeq. Keadaan tersebut dapat di lihat dari grafik di bawah ini :



Gambar 4.33. Kurva C_T kapal Sandeq, Soppe & Lepa-lepa

Sebelum Fn 0,2 grafik koefisien hambatan kapal terlihat menurun dan mulai mengalami kenaikan kembali setelah Fn 0,2 hingga mencapai Fn 0,5.



Menjelang Fn 0,6 terjadi penurunan koefisien hambatan baik pada kapal sandeq, soppe maupun Lepa-lepa.

Pada kurva yang berada pada Fn 0.4 s/d Fn 0.6 terjadi fluktuasi besarnya nilai koefisien hambatan pada kapal Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa. Fenomena ini terjadi karena nilai hambatan pada Fn 0.4 s/d 0.6 mengalami kenaikan yang sedikit dibandingkan dengan kenaikan pada Fn sebelumnya atau sesudahnya.

Meskipun memiliki ukuran panjang yang paling besar ternyata kapal Sandeq memiliki koefisien hambatan yang paling kecil jika dibandingkan dengan kedua jenis kapal lainnya. Hal ini terjadi karena sandeq memiliki bentuk lambung lebih bagus sehingga aliran air yang melalui lambung kapal menjadi lebih bagus. Kondisi ini diperlihatkan dengan nilai B/T dari kapal sandeq yang bernilai lebih kecil dari kedua jenis kapal yang lain.

Untuk validasi perhitungan dipergunakan kapal Model "New York '32" yang dilakukan oleh Marchaj [1964]. Kapal ini juga merupakan kapal layar kayu.

Kapal ini memiliki ukuran utama antara lain :

❖ Loa	= 45,50 ft	= 13.86839 m
❖ Lwl	= 32,26 ft	= 9.832838 m
❖ Beam	= 10,58 ft	= 3.224781 m
❖ Draft	= 6.56 ft	= 1.999486 m
❖ Disp.	= 11.38 ton	$Wsa = 31,09716 \text{ m}^2$

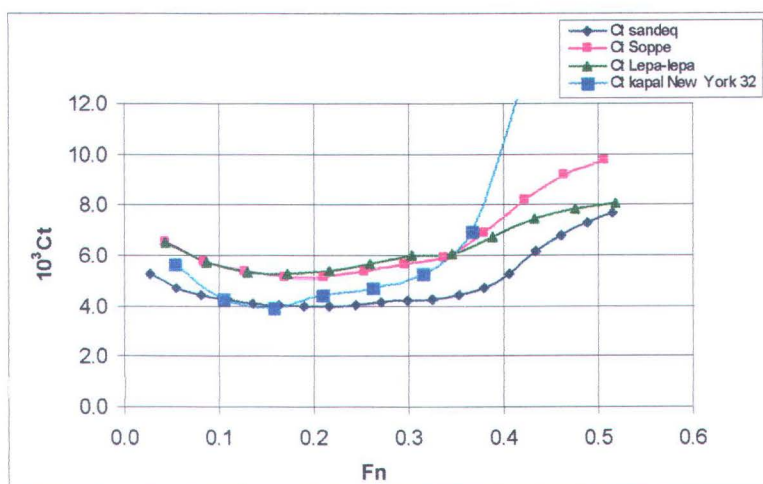
Data selengkapnya akan ditampilkan oleh tabel berikut ini :

Tabel 5.1 R_t dan C_t Kapal New York 32



kecepatan		Kapal New York 32		
V (knots)	V (m/s)	Fn	Rt (N)	Ct
1.0	0.514	0.052375	24.04433	5.697
2.0	1.029	0.104751	72.133	4.272
3.0	1.543	0.157126	149.0749	3.924
4.0	2.058	0.209501	300.5542	4.450
5.0	2.572	0.261877	500.1222	4.740
6.0	3.086	0.314252	805.4852	5.301
7.0	3.601	0.366628	1442.66	6.975
8.0	4.115	0.419003	3438.34	12.728

Kemudian dari data ini di buat grafik C_t yang digabungkan dengan grafik C_t kapal Sandeq, Soppe dan lepa-lepa dengan kapal “New York ‘32”. Grafik ini di buat dengan skala *froude number* hanya sampai dengan nilai 0.6 karena data validasi kapal ini hanya menyajikan kecepatan hingga 8 knot agar terjadi kesesuaian nilai antara kapal Sandeq, Soppe dan Lapa-lepa dengan kapal “New York ‘32”. Berikut ini grafik koefisien hambatan antara kapal Sandeq, Soppe dan Lapa-lepa dengan Kapal “New York ‘32”.



Gambar 4.34. Kurva validasi



4.8. Analisa Stabilitas

Dari perhitungan stabilitas yang telah dilakukan pada kapal-kapal tradisional Mandar baik dengan menggunakan cadik maupun yang tidak menggunakan cadik dan dengan berbagai kondisi kapal dapat diketahui bahwa terlihat jelas bahwasanya cadik memegang peranan yang penting terhadap stabilitas yang dimiliki oleh kapal-kapal tradisional Mandar. Tanpa keberadaan cadik, kapal-kapal tradisional Mandar tidak memenuhi persyaratan stabilitas baik melalui kriteria yang dikeluarkan oleh IMO maupun yang dikombinasikan dengan kriteria-kriteria lainnya.

Pada kapal Sandeq tanpa cadik untuk beberapa kondisi yang ada, hasil perhitungan stabilitas menunjukkan bahwa dari 6 kriteria stabilitas yang disyaratkan hanya 1 kriteria yang terpenuhi yaitu untuk sudut GZ maksimum. Sedangkan GM bernilai negatif. Pada kondisi ini kapal dalam keadaan labil sehingga ditinjau dari segi stabilitas tidak bagus.

Untuk kapal Soppe tanpa cadik, dari 6 kriteria yang disyaratkan untuk stabilitas menunjukkan hanya 2 syarat yang terpenuhi untuk kondisi berat kapal kosong yaitu untuk sudut GZ maksimum dan untuk jarak GM. Sedangkan untuk kondisi berat dengan 2 penumpang dan kondisi berat dengan 2 penumpang + muatan, masing-masing kondisi tersebut hanya 1 kriteria yang dipersyaratkan untuk stabilitas. Sehingga secara keseluruhan untuk kapal Soppe tanpa cadik ini tidak memenuhi stabilitas.

Demikian pula untuk kapal Lepa-lepa tanpa cadik. Dari 6 kriteria yang disyaratkan untuk stabilitas, hanya satu kriteria yang terpenuhi untuk kondisi



berat kapal kosong dan kondisi ditambah 1 orang penumpang. Sedangkan untuk kondisi 1 orang penumpang ditambah muatan, tidak ada satupun kriteria yang terpenuhi. Bahkan pada kondisi ini seluruh nilai kriteria bernilai negatif kecuali untuk sudut GZ maksimum dan nilai GZ pada 30 derajat.. Dengan demikian jelas bahwa kapal Lepa-lepa tanpa cadik secara keseluruhan tidak memenuhi persyaratan stabilitas.

Lain halnya dengan kapal-kapal tradisional yang memakai cadik. Masing-masing kapal memenuhi semua persyaratan stabilitas dengan kriteria baik yang dikeluarkan oleh IMO maupun HSC multihull. Kriteria multihull dimasukkan dalam kriteria stabilitas untuk kapal-kapal tradisional Mandar yang menggunakan cadik dengan asumsi bahwa cadik yang terdapat pada kapal-kapal tersebut dapat dianggap sebagai hull.

Sama seperti perhitungan stabilitas pada kapal-kapal tradisional Mandar yang tidak menggunakan cadik, untuk kapal-kapal tradisional Mandar yang menggunakan cadikpun dilakukan perhitungan stabilitas dengan beberapa kondisi. Diantaranya adalah kondisi berat kosong, kondisi dengan penambahan penumpang dan kondisi penambahan penumpang ditambah muatan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kapal-kapal tradisional Mandar yang menggunakan cadik memiliki kemampuan yang baik dalam hal stabilitas.

Seperti yang diperlihatkan oleh kapal Sandeq. Hasil perhitungan stabilitas menunjukkan dari enam kriteria IMO dan dua kriteria Multihull, kapal Sandeq memenuhi semua kriteria yang disyaratkan dalam perhitungan stabilitas. Diantaranya adalah pada kondisi berat kosong dimana besar MG yang mempunyai



nilai positif yaitu 15,33 m dari 0.15 m yang disyaratkan. Begitu juga untuk kondisi berat dengan 2 penumpang + muatan nilai MGnya positif yang berarti memenuhi syarat kriteria stabilitas.

Hal yang sama juga terjadi pada kapal Soppe dan Lepa-lepa. Dari enam kriteria IMO dan dua kriteria multihull, tidak ada satupun yang tidak memenuhi kriteria stabilitas. Sehingga bisa dipastikan bahwa untuk perhitungan stabilitas, kapal-kapal tradisional Mandar yang menggunakan cadik memenuhi semua persyaratan stabilitas sehingga jika ditinjau dari segi stabilitas kapal-kapal tersebut memiliki kemampuan yang baik.





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pemodelan dan perhitungan terhadap kapal Sandeq, Soppe dan Lepa-lepa maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

a. Hambatan

1. Cadik yang terdapat pada kapal sandeq, soppe dan lepa-lepa mempunyai pengaruh terhadap besarnya hambatan total kapal. Dari perhitungan hambatan kapal yang dilakukan pada kapal tanpa cadik dan kapal dengan cadik menunjukkan bahwa kapal dengan cadik memiliki hambatan yang besar dibandingkan dengan kapal tanpa menggunakan cadik.
2. Diantara ketiga kapal tradisional Mandar tersebut, yang memiliki koefisien hambatan terkecil adalah kapal Sandeq. Meskipun mempunyai ukuran yang lebih panjang dibandingkan dengan dua jenis kapal lainnya, kapal Sandeq ternyata memiliki koefisien hambatan yang lebih kecil dibandingkan dengan dua jenis kapal lainnya. Hal ini terjadi karena sandeq memiliki bentuk lambung lebih bagus sehingga aliran air yang melalui lambung kapal menjadi lebih bagus. Kondisi ini diperlihatkan dengan nilai B/T dari kapal sandeq yang bernilai lebih kecil dari kedua jenis kapal yang lain.

**b. Stabilitas**

1. Stabilitas kapal-kapal tradisional Mandar ternyata juga sangat dipengaruhi oleh keberadaan cadik yang terdapat pada kapal-kapal tersebut. Tanpa keberadaan cadik, banyak kriteria-kriteria yang disyaratkan untuk perhitungan stabilitas tidak dapat dipenuhi oleh kapal-kapal tersebut jika tidak menggunakan cadik. Sebaliknya, hal tersebut tidak terjadi jika kapal-kapal tersebut menggunakan cadik. Perhitungan stabilitas yang dilakukan pada kapal-kapal tradisional Mandar yang menggunakan cadik menunjukkan bahwa mereka memiliki kemampuan yang baik dalam hal stabilitas.
2. Meskipun hasil perhitungan stabilitas menunjukkan bahwa kapal-kapal tradisional Mandar yang tidak memakai cadik tidak memenuhi kriteria yang disyaratkan dalam perhitungan stabilitas, hal tersebut bukan merupakan hal yang mutlak kalau kapal-kapal tersebut tidak memiliki stabilitas yang baik. Kondisi ini disebabkan dalam perhitungan menggunakan *software Hydromax Pro* tidak terdapat kriteria-kriteria yang spesifik yang dapat dipergunakan untuk kapal-kapal dengan ukuran dan bentuk seperti kapal tradisional Mandar. Kriteria-kriteria yang ada pada umumnya diperuntukkan untuk kapal-kapal konvensional yang memiliki bentuk dan ukuran yang sudah umum.



5.2. Saran

1. Untuk lebih mengetahui dan mendalami tentang kapal-kapal tradisional Indonesia yang jumlahnya sangat banyak.hendaknya dilakukan studi atau penelitian tentang kapal-kapal tersebut.
2. Dalam menciptakan perangkat yang digunakan untuk melakukan penelitian terhadap kapal-kapal kayu kecil diharapkan perangkat tersebut tidak hanya untuk kapal-kapal umum yang berukuran besar namun hendaknya juga bisa menjangkau kapal-kapal yang berukuran kecil bahkan kalau perlu untuk kapal-kapal yang memiliki bentuk-bentuk spesifik.

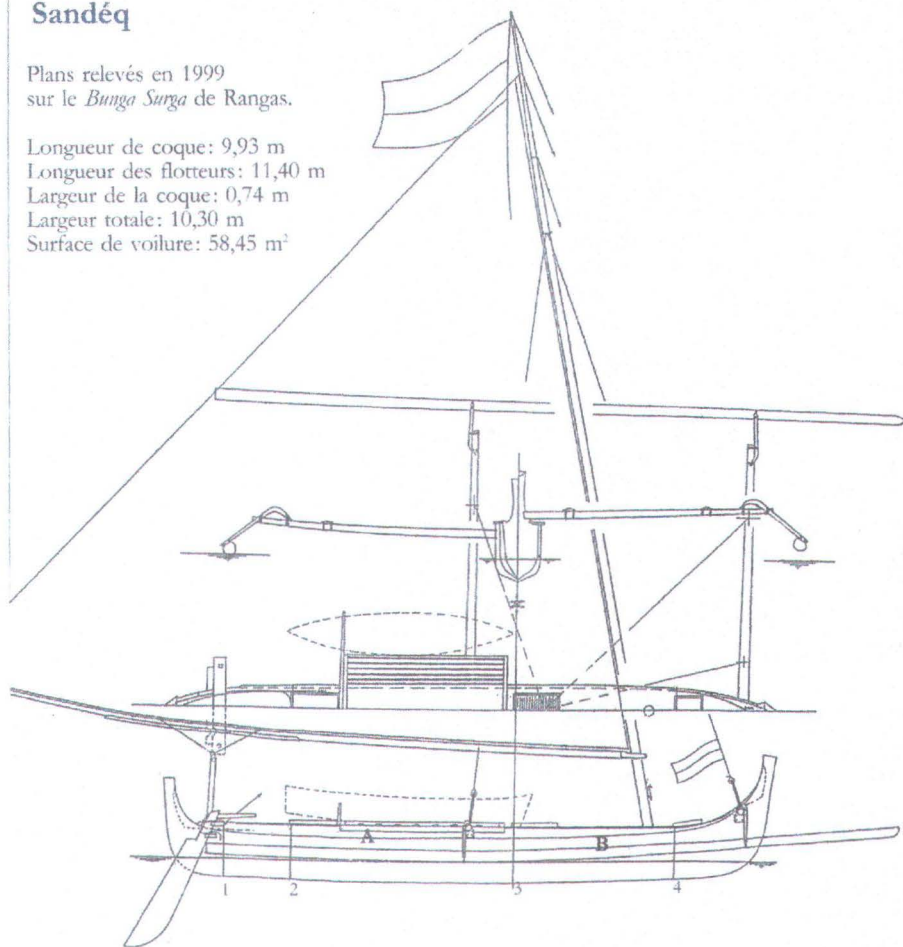
DAFTAR PUSTAKA

- Formation Design System [1994]**, *Maxsurf Hullspeed 2.16 Software References*.
- Formation Design System [1994]**, *Maxsurf Hydromax 7.16 Software References*.
- Formation Design System [1994]**, *Maxsurf Professional 7.16 Software References*.
- Hamlin, W and Cyrus, A [1996]**, "*Preliminary Design of Boats and Ships*", First Edition, Cornell Maritime Press, Maryland.
- Harvald, SA [1983]**, "*Resistance and Propulsion of Ship*", John Willey and Sons Inc.
- Levis, EV [1988]**, "*Principal of Naval Artchitecture, volume two (second revision) Resistance, Propulsion and Vibration*", The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 601 Pavonia Avenue, Jersey City. NJ
- Marchaj, C.A, [1964]**, "*Sailing Theory and Practice*", Dodd, Mead & Company, New York.
- Shansky, T and Seymonof [1994]**, "*Static and Dynamic Stability of The Ship*", Rusia.
- Soekamto, Djatmiko [1993]**, "*Tahanan dan Penggerak Kapal*", Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- SOLAS, Consolidated Edition [1997]**, "*Consolidated Text of the International Convension for the Safety of Life at Sea, 1974, and Its Protocol of 1978: articles, annexes, and certificates*", International Maritime Organization, London.

Sandéq

Plans relevés en 1999
sur le *Bunga Surga* de Rangas.

Longueur de coque: 9,93 m
Longueur des flotteurs: 11,40 m
Largeur de la coque: 0,74 m
Largeur totale: 10,30 m
Surface de voilure: 58,45 m²



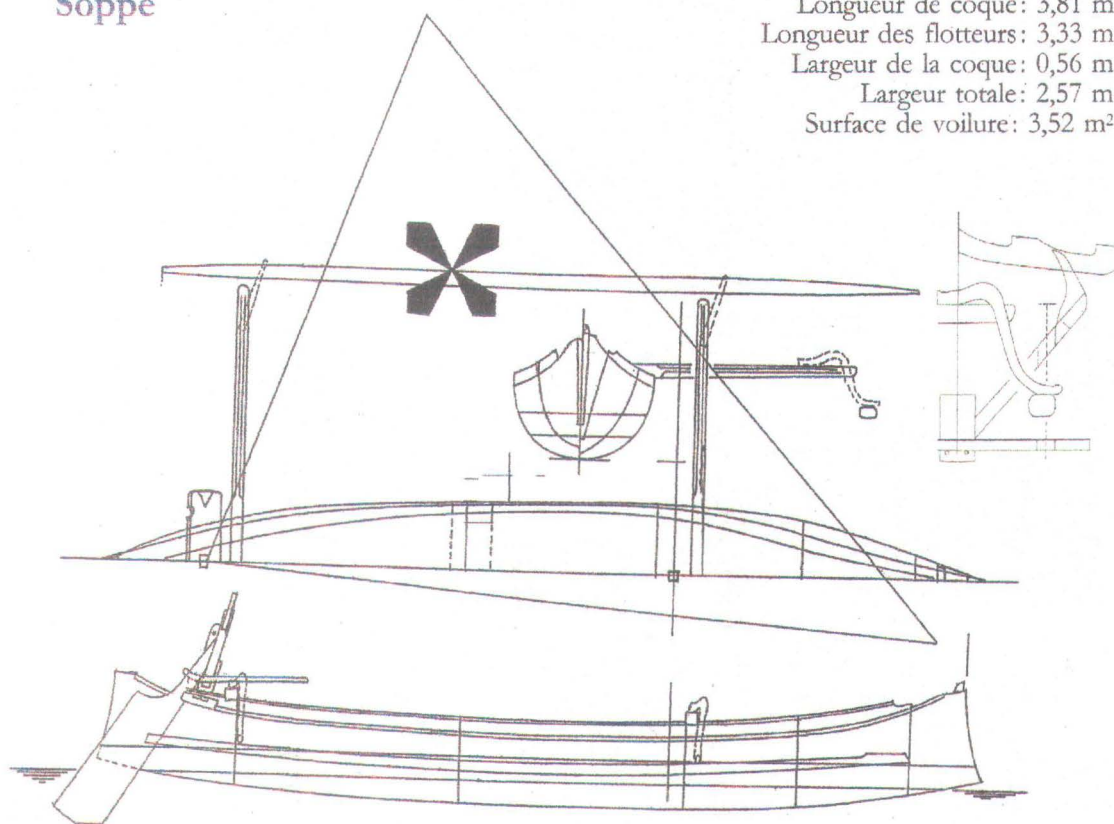
Gambar 1. Lines Plan Sandeq



Gambar 2. Sandeq

Soppé

Longueur de coque: 3,81 m
Longueur des flotteurs: 3,33 m
Largeur de la coque: 0,56 m
Largeur totale: 2,57 m
Surface de voilure: 3,52 m²



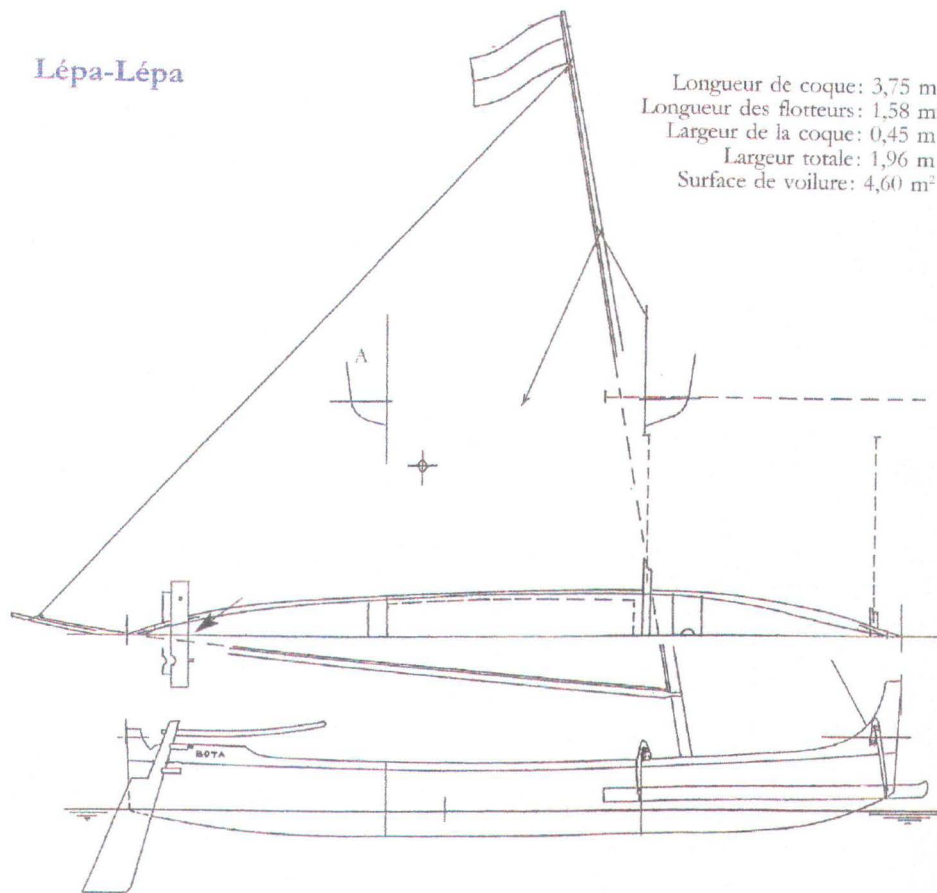
Gambar 3. Lines Plan Kapal Soppe



Gambar.4. Soppe

Lépa-Lépa

Longueur de coque: 3,75 m
 Longueur des flotteurs: 1,58 m
 Largeur de la coque: 0,45 m
 Largeur totale: 1,96 m
 Surface de voilure: 4,60 m²



Gambar 5. Lines Plan Lepa-lepa



Gambar 6. Lepa-lepa



Gambar 7. *Sandeq Race*



Gambar 8. Sandeq



Gambar 9. Sandeq di dermaga

Tabel 1. Data sandeq tanpa cadik

	Value	Unit	Holtrop
LWL	9.178	m	9.178
Beam	0.713	m	0.713
Draft	0.362	m	0.362
Displaced volume	1.23	m ³	1.23
Wetted area	8.386	m ²	8.386
Prismatic coeff.	0.704		0.704
Waterplane area coeff.	0.814		0.814
1/2 angle of entrance	18.97	deg.	--
LCG from midships(+ve for'd)	0.17	m	0.17
Transom area	0	m ²	0
Max sectional area	0.19	m ²	--
Bulb transverse area	0	m ²	0
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	0.362	m	0.362
Deadrise at 50% LWL	40.21	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
Frontal Area	0	m ²	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0.001	Tonne/m ³	
Appendage Area	0	m ²	
Nominal App. length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0.0004		
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s	
Water Density	1.026	Tonne/m ³	

Tabel 2. Hasil perhitungan hambatan sandeq tanpa cadik

	Holtrop	Holtrop
Speed (knts)	(Resist)	(Power)
0.5	1.5	0
1	5.37	0
1.5	11.34	0.01
2	19.33	0.02
2.5	29.29	0.04
3	41.29	0.06
3.5	55.59	0.1
4	72.64	0.15
4.5	93	0.22
5	117.72	0.3
5.5	145.17	0.41
6	175.35	0.54
6.5	213.32	0.71
7	264.09	0.95
7.5	338.87	1.31
8	448.64	1.85
8.5	560.08	2.45
9	673.17	3.12
9.5	787.91	3.85
10	904.29	4.65
10.5	919.75	4.97
11	1010.74	5.72
11.5	1103.85	6.53
12	1198.87	7.4
12.5	1295.6	8.33
13	1393.89	9.32
13.5	1493.6	10.37
14	1594.62	11.48
14.5	1696.84	12.66
15	1800.18	13.89
15.5	1904.58	15.19
16	2009.97	16.54
16.5	2116.3	17.96
17	2223.53	19.45
17.5	2331.64	20.99
18	2440.59	22.6
18.5	2550.37	24.27
19	2660.96	26.01
19.5	2772.35	27.81
20	2884.52	29.68

Tabel 3. Data Soppe tanpa cadik

Soppe tanpa cadik

	Value	Unit	Holtrop
LWL	3.795	m	3.795
Beam	0.544	m	0.544
Draft	0.194	m	0.194
Displaced volume	0.167	m ³	0.167
Wetted area	1.93	m ²	1.93
Prismatic coeff.	0.585		0.585
Waterplane area coeff.	0.657		0.657
1/2 angle of entrance	7.52	deg.	--
LCG from midships(+ve for'd)	-0.03	m	-0.03
Transom area	0	m ²	0
Max sectional area	0.075	m ²	--
Bulb transverse area	0	m ²	0
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	0.194	m	0.194
Deadrise at 50% LWL	30.22	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
Frontal Area	0	m ²	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0.001	Tonne/m ³	
Appendage Area	0	m ²	
Nominal App. length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0.0004		
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s	
Water Density	1.026	Tonne/m ³	

Tabel 4. Hasil perhitungan hambatan Soppe tanpa cadik

	Holtrop	Holtrop
Speed (knts)	(Resist)	(Power)
0.5	0.43	0
1	1.51	0
1.5	3.17	0
2	5.43	0.01
2.5	8.47	0.01
3	12.69	0.02
3.5	18.21	0.03
4	24.97	0.05
4.5	36.51	0.08
5	53.98	0.14
5.5	72.73	0.21
6	91.94	0.28
6.5	111.61	0.37
7	122.11	0.44
7.5	144.38	0.56
8	167.99	0.69
8.5	192.78	0.84
9	218.58	1.01
9.5	245.27	1.2
10	272.71	1.4
10.5	300.81	1.62
11	329.48	1.86
11.5	358.62	2.12
12	388.2	2.4
12.5	418.13	2.69
13	448.39	3
13.5	478.92	3.33
14	509.71	3.67
14.5	540.71	4.03
15	571.91	4.41
15.5	603.29	4.81
16	634.83	5.23
16.5	666.53	5.66
17	698.38	6.11
17.5	730.36	6.58
18	762.48	7.06
18.5	794.73	7.56
19	827.11	8.08
19.5	859.62	8.62
20	892.26	9.18

Tabel 5. Data Lepa-lepa tanpa cadik

Lepa-lepa tanpa cadik

	Value	Unit	Holtrop
LWL	3.616	m	3.616
Beam	0.408	m	0.408
Draft	0.123	m	0.123
Displaced volume	0.089	m ³	0.089
Wetted area	1.401	m ²	1.401
Prismatic coeff.	0.681		0.681
Waterplane area coeff.	0.721		0.721
1/2 angle of entrance	15.99	deg.	--
LCG from midships(+ve for'd)	0.042	m	0.042
Transom area	0	m ²	0
Max sectional area	0.036	m ²	--
Bulb transverse area	0	m ²	0
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	0.123	m	0.123
Deadrise at 50% LWL	39.71	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
Frontal Area	0	m ²	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0.001	Tonne/m ³	
Appendage Area	0	m ²	
Nominal App. length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0.0004		
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s	
Water Density	1.026	Tonne/m ³	

Tabel 6. hasil perhitungan hambatan Lepas-lepas tanpa cadik

	Holtrop	Holtrop
Speed (knts)	(Resist)	(Power)
0.5	0.31	0
1	1.09	0
1.5	2.29	0
2	3.99	0
2.5	6.37	0.01
3	9.68	0.01
3.5	14.03	0.03
4	18.44	0.04
4.5	25.92	0.06
5	35.56	0.09
5.5	45.21	0.13
6	55.19	0.17
6.5	58.93	0.2
7	68.74	0.25
7.5	79.02	0.3
8	89.7	0.37
8.5	100.74	0.44
9	112.11	0.52
9.5	123.77	0.6
10	135.71	0.7
10.5	147.9	0.8
11	160.33	0.91
11.5	172.99	1.02
12	185.86	1.15
12.5	198.95	1.28
13	212.25	1.42
13.5	225.74	1.57
14	239.44	1.72
14.5	253.34	1.89
15	267.43	2.06
15.5	281.73	2.25
16	296.22	2.44
16.5	310.91	2.64
17	325.8	2.85
17.5	340.9	3.07
18	356.19	3.3
18.5	371.69	3.54
19	387.4	3.79
19.5	403.32	4.05
20	419.44	4.32

Tabel.7. Data cadik soppe

Cadik Soppe			
	Value	Unit	Holtrop
LWL	2.55	m	2.55
Beam	0.085	m	0.085
Draft	0.03	m	0.03
Displaced volume	0.003	m ³	0.003
Wetted area	0.231	m ²	0.231
Prismatic coeff.	0.584		0.584
Waterplane area coeff.	0.869		0.869
½ angle of entrance	5.76	deg.	--
LCG from midships(+ve for'd)	0.094	m	0.094
Transom area	0	m ²	0
Max sectional area	0.002	m ²	--
Bulb transverse area	0	m ²	0
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	0.03	m	0.03
Deadrise at 50% LWL	38.28	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
Frontal Area	0	m ²	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0.001	Tonne/m ³	
Appendage Area	0	m ²	
Nominal App. Length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0.0004		
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s	
Water Density	1.026	Tonne/m ³	

Tabel 8. hasil perhitungan hambatan cadik soppe

	Holtrop	Holtrop
Speed (knts)	(Resist)	(Power)
0.5	0.05	0
1	0.17	0
1.5	0.36	0
2	0.61	0
2.5	0.92	0
3	1.29	0
3.5	1.72	0
4	2.3	0
4.5	3.21	0.01
5	4.17	0.01
5.5	5.09	0.01
6	5.84	0.02
6.5	6.64	0.02
7	7.47	0.03
7.5	8.36	0.03
8	9.29	0.04
8.5	10.26	0.04
9	11.28	0.05
9.5	12.35	0.06
10	13.46	0.07
10.5	14.62	0.08
11	15.82	0.09
11.5	17.07	0.1
12	18.36	0.11
12.5	19.7	0.13
13	21.09	0.14
13.5	22.52	0.16
14	23.99	0.17
14.5	25.52	0.19
15	27.08	0.21
15.5	28.7	0.23
16	30.35	0.25
16.5	32.05	0.27
17	33.8	0.3
17.5	35.59	0.32
18	37.43	0.35
18.5	39.31	0.37
19	41.24	0.4
19.5	43.21	0.43
20	45.22	0.47

Tabel.9. Data cadik sandeq

Cadik Sandeq 1

	Value	Unit	Holtrop
LWL	3.922	m	3.922
Beam	0.153	m	0.153
Draft	0.05	m	0.05
Displaced volume	0.013	m ³	0.013
Wetted area	0.586	m ²	0.586
Prismatic coeff.	0.602		0.602
Waterplane area coeff.	0.818		0.818
1/2 angle of entrance	5.72	deg.	--
LCG from midships(+ve for'd)	-0.049	m	-0.049
Transom area	0	m ²	0
Max sectional area	0.006	m ²	--
Bulb transverse area	0	m ²	0
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	0.05	m	0.05
Deadrise at 50% LWL	40.11	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
Frontal Area	0	m ²	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0.001	Tonne/m ³	
Appendage Area	0	m ²	
Nominal App. length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0.0004		
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s	
Water Density	1.026	Tonne/m ³	

Tabel 10. Hasil perhitungan hambatan cadik sandeq

	Holtrop	Holtrop
Speed (knts)	(Resist)	(Power)
0.5	0.11	0
1	0.4	0
1.5	0.85	0
2	1.45	0
2.5	2.2	0
3	3.1	0
3.5	4.16	0.01
4	5.36	0.01
4.5	6.69	0.02
5	8.58	0.02
5.5	11.36	0.03
6	14.26	0.04
6.5	17.29	0.06
7	19.73	0.07
7.5	22.03	0.09
8	24.44	0.1
8.5	26.94	0.12
9	29.54	0.14
9.5	32.25	0.16
10	35.07	0.18
10.5	37.99	0.21
11	41.01	0.23
11.5	44.14	0.26
12	47.38	0.29
12.5	50.72	0.33
13	54.18	0.36
13.5	57.73	0.4
14	61.4	0.44
14.5	65.17	0.49
15	69.05	0.53
15.5	73.04	0.58
16	77.14	0.63
16.5	81.34	0.69
17	85.65	0.75
17.5	90.07	0.81
18	94.59	0.88
18.5	99.23	0.94
19	103.97	1.02
19.5	108.81	1.09
20	113.77	1.17

Tabel 11. Data cadik lepa-lepa

Cadik Lepa2 1

	Value	Unit	Holtrop
LWL	1.58	m	1.58
Beam	0.057	m	0.057
Draft	0.016	m	0.016
Displaced volume	0.001	m ³	0.001
Wetted area	0.104	m ²	0.104
Prismatic coeff.	0.936		0.936
Waterplane area coeff.	0.936		0.936
1/2 angle of entrance	16.27	deg.	--
LCG from midships(+ve for'd)	0	m	0
Transom area	0	m ²	0
Max sectional area	0.001	m ²	--
Bulb transverse area	0	m ²	0
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	0.016	m	0.016
Deadrise at 50% LWL	32.58	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--
Frontal Area	0	m ²	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0.001	Tonne/m ³	
Appendage Area	0	m ²	
Nominal App. Length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0.0004		
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s	
Water Density	1.026	Tonne/m ³	

Tabel 12. Hasil perhitungan hambatan cadik lepa-lepa

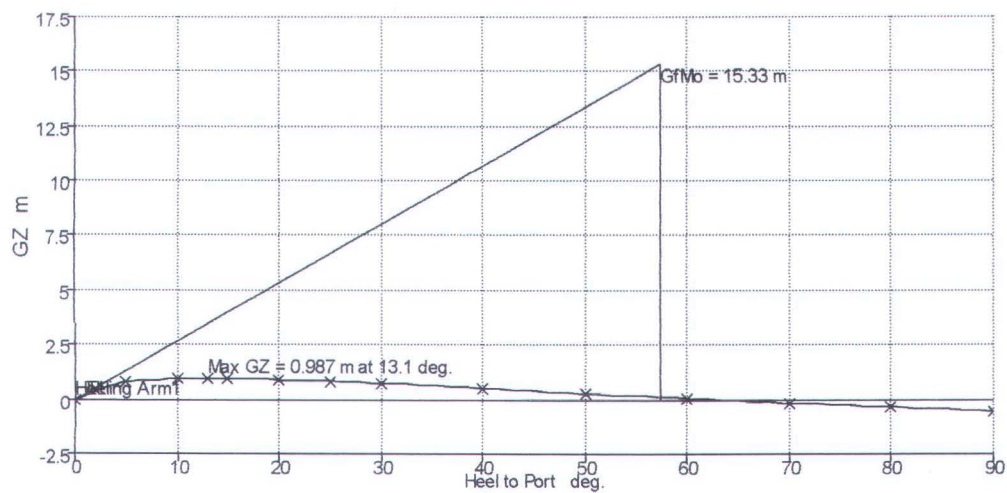
	Holtrop	Holtrop
Speed (knts)	(Resist)	(Power)
0.5	0.03	0
1	0.1	0
1.5	0.21	0
2	0.35	0
2.5	0.53	0
3	0.75	0
3.5	1.3	0
4	1.92	0
4.5	2.36	0.01
5	2.67	0.01
5.5	3.02	0.01
6	3.39	0.01
6.5	3.79	0.01
7	4.22	0.02
7.5	4.68	0.02
8	5.17	0.02
8.5	5.68	0.02
9	6.22	0.03
9.5	6.78	0.03
10	7.37	0.04
10.5	7.99	0.04
11	8.63	0.05
11.5	9.3	0.06
12	9.99	0.06
12.5	10.71	0.07
13	11.46	0.08
13.5	12.23	0.08
14	13.02	0.09
14.5	13.84	0.1
15	14.69	0.11
15.5	15.56	0.12
16	16.46	0.14
16.5	17.37	0.15
17	18.32	0.16
17.5	19.29	0.17
18	20.28	0.19
18.5	21.3	0.2
19	22.34	0.22
19.5	23.41	0.23
20	24.5	0.25

Stability Calculation - Sandeq

Loadcase - Sandeq kondisi 1
Damage Case - Intact
Free to Trim
Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289
2	Konstruksi	1	0.0631	0.000
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464
4	Tiang	1	0.1501	1.168
5	Cadik	1	0.1830	0.480
6	pegangan Cadik	1	0.1031	0.000
7	Layar	1	0.0112	-2.529
8		Total Weight=	0.988	LCG=0.24 1 m
9				
10				

	Vert. Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.515	0.000
2	0.528	0.000
3	0.000	0.000
4	4.500	0.000
5	0.428	0.000
6	0.700	0.000
7	4.750	0.000
8	VCG=1.160 m	0
9	FS corr.=0 m	
10	VCG fluid=1.16 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.987	0.988	0.988	0.988
2	Draft at FP m	0.350	0.310	0.260	0.234
3	Draft at AP m	0.312	0.282	0.313	0.322
4	WL Length m	9.125	10.024	9.215	9.234
5	Immersed Depth m	0.317	0.406	0.808	1.201
6	WL Beam m	9.400	4.910	4.319	3.821
7	Wetted Area m ²	8.227	11.369	12.729	13.165
8	Waterpl. Area m ²	5.692	5.022	5.455	5.353
9	Prismatic Coeff.	0.678	0.582	0.413	0.243
10	Block Coeff.	0.372	0.318	0.021	0.018
11	LCB to zero pt. m	0.245	0.244	0.235	0.232
12	VCB from DWL m	0.109	0.122	0.198	0.292
13	GZ m	0.000	0.809	0.965	0.988
14	LCF to zero pt. m	0.118	0.441	0.194	0.337
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.222	-0.340	-0.300

	20	25	30	40	50	60
1	0.989	0.988	0.987	0.988	0.988	0.988
2	0.216	0.200	0.183	0.142	0.079	-0.033
3	0.327	0.330	0.331	0.327	0.314	0.282
4	9.227	9.232	9.234	9.233	9.225	9.206
5	1.587	1.960	2.318	2.977	3.544	4.000
6	2.918	2.373	2.008	1.554	1.288	1.118
7	13.434	13.580	13.685	13.912	14.184	14.610
8	5.101	4.954	4.883	4.960	5.248	5.840
9	0.173	0.149	0.137	0.125	0.119	0.115
10	0.019	0.020	0.020	0.021	0.022	0.022
11	0.234	0.228	0.224	0.220	0.215	0.213
12	0.392	0.494	0.594	0.780	0.943	1.077
13	0.934	0.854	0.758	0.540	0.304	0.066
14	0.236	0.151	0.076	-0.014	-0.107	-0.218
15	-0.246	-0.241	-0.253	-0.294	-0.346	-0.407

	70	80	90
1	0.988	0.989	0.988
2	-0.282	-1.121	0.000
3	0.192	-0.113	0.000
4	9.159	9.109	9.349
5	4.328	4.523	4.580
6	1.006	0.929	1.148
7	15.423	15.685	15.670
8	7.018	6.987	6.578
9	0.113	0.112	0.108
10	0.023	0.025	0.025
11	0.214	0.212	0.219
12	1.174	1.232	1.259
13	-0.154	-0.349	-0.545
14	-0.367	-0.205	-0.119
15	-0.497	-0.548	-0.567

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.054	m.Radians	0.126
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

	Actual	Status
1	0.437	Pass (to Port)
2	0.55	Pass (to Port)
3	0.114	Pass (to Port)
4	0.756	Pass (to Port)
5	13.054	Pass (to Port)
6	15.33	Pass (to Port)
7	0.17	Pass (to Port)
8	13.054	Pass (to Port)

Stability Calculation - Sandeq

Loadcase - Sandeq kondisi 2

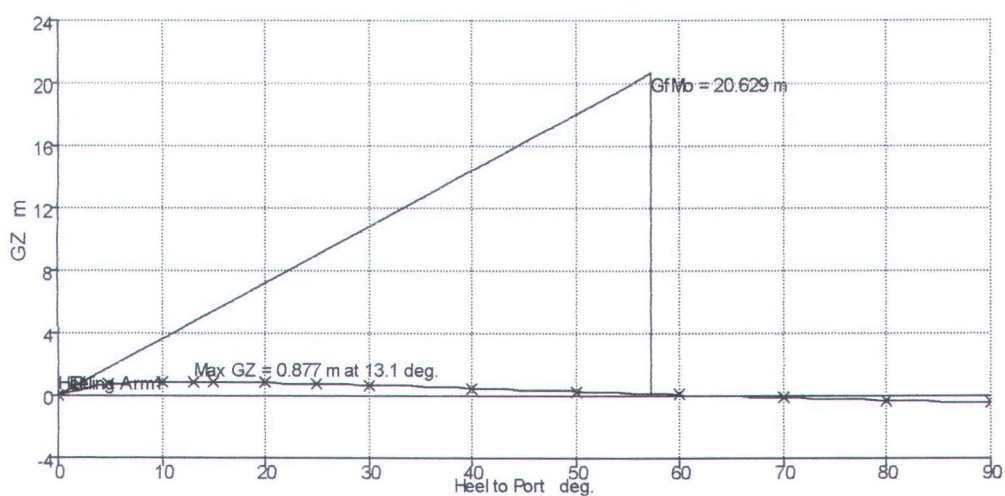
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289
2	konstruksi	1	0.0631	0.000
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464
4	tiang	1	0.1501	1.168
5	Cadik	1	0.1830	0.480
6	pegangan Cadik	1	0.1031	0.000
7	layar	1	0.0112	-2.529
8	Orang	2	0.0650	0.000
9		Total Weight=	1.118	LCG=0.21 3 m
10				
11				

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.515	0.000
2	0.528	0.000
3	0.000	0.000
4	4.500	0.000
5	0.390	0.000
6	0.700	0.000
7	4.750	0.000
8	0.500	0.000
9	VCG=1.077 m	0
10	FS corr.=0 m	
11	VCG fluid=1.077 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	1.118	1.118	1.117	1.119
2	Draft at FP m	0.369	0.328	0.281	0.257
3	Draft at AP m	0.336	0.316	0.343	0.353
4	WL Length m	9.176	10.200	9.238	9.257
5	Immersed Depth m	0.338	0.434	0.835	1.229
6	WL Beam m	9.421	4.871	4.296	3.737
7	Wetted Area m ²	9.154	11.962	13.297	13.736
8	Waterpl. Area m ²	6.145	5.148	5.585	5.497
9	Prismatic Coeff.	0.686	0.580	0.412	0.261
10	Block Coeff.	0.370	0.328	0.024	0.021
11	LCB to zero pt. m	0.215	0.215	0.208	0.204
12	VCB from DWL m	0.116	0.132	0.199	0.282
13	GZ m	0.000	0.728	0.862	0.876
14	LCF to zero pt. m	0.054	0.414	0.204	0.343
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.209	-0.314	-0.282

	20	25	30	40	50	60
1	1.119	1.118	1.117	1.117	1.118	1.117
2	0.242	0.227	0.213	0.177	0.121	0.018
3	0.357	0.360	0.361	0.358	0.346	0.315
4	9.250	9.254	9.257	9.256	9.250	9.235
5	1.614	1.987	2.344	3.002	3.566	4.019
6	2.853	2.319	1.963	1.522	1.265	1.103
7	14.001	14.161	14.281	14.506	14.789	15.253
8	5.301	5.195	5.152	5.246	5.579	6.253
9	0.191	0.166	0.153	0.140	0.133	0.129
10	0.022	0.022	0.023	0.024	0.025	0.025
11	0.205	0.200	0.197	0.194	0.191	0.190
12	0.371	0.461	0.549	0.713	0.856	0.972
13	0.827	0.755	0.669	0.476	0.268	0.061
14	0.248	0.174	0.114	0.022	-0.060	-0.154
15	-0.235	-0.234	-0.250	-0.299	-0.356	-0.424

	70	80	90
1	1.117	1.118	1.118
2	-0.213	-0.994	0.000
3	0.228	-0.032	0.000
4	9.189	9.159	9.379
5	4.343	4.538	4.597
6	0.997	0.925	1.255
7	16.042	16.196	16.246
8	7.406	7.262	6.909
9	0.127	0.126	0.121
10	0.027	0.028	0.029
11	0.192	0.195	0.192
12	1.055	1.107	1.131
13	-0.126	-0.296	-0.468
14	-0.261	-0.151	-0.119
15	-0.506	-0.543	-0.568

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.073	m.Radians	0.126
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

	Actual	Status
1	0.388	Pass (to Port)
2	0.488	Pass (to Port)
3	0.1	Pass (to Port)
4	0.668	Pass (to Port)
5	13.073	Pass (to Port)
6	20.629	Pass (to Port)
7	0.152	Pass (to Port)
8	13.073	Pass (to Port)

Stability Calculation - Sandeq

Loadcase - Sandeq kondisi 3

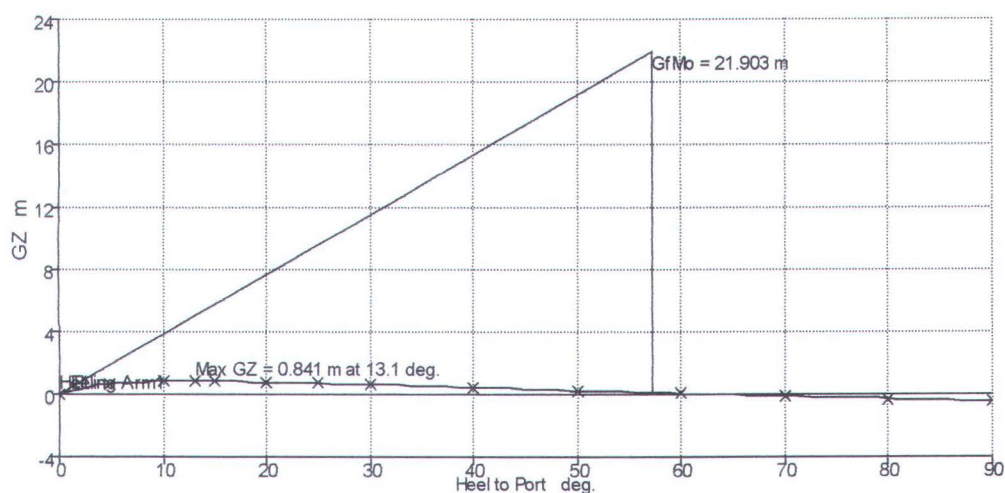
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m
1	Kulit	1	0.4542	0.289
2	konstruksi	1	0.0631	0.000
3	Kemudi	1	0.0235	-5.464
4	tiang	1	0.1501	1.168
5	Cadik	1	0.1830	0.480
6	pegangan Cadik	1	0.1031	0.000
7	layar	1	0.0112	-2.529
8	Orang	2	0.0650	0.000
9	Muatan	1	0.0500	0.000
10		Total Weight=	1.168	LCG=0.204 m
11				
12				

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.515	0.000
2	0.528	0.000
3	0.000	0.000
4	4.500	0.000
5	0.428	0.000
6	0.700	0.000
7	4.750	0.000
8	0.500	0.000
9	0.364	0.000
10	VCG=1.053 m	0
11	FS corr.=0 m	
12	VCG fluid=1.053 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	1.168	1.168	1.167	1.169
2	Draft at FP m	0.377	0.335	0.289	0.266
3	Draft at AP m	0.344	0.329	0.355	0.365
4	WL Length m	9.194	10.265	9.247	9.265
5	Immersed Depth m	0.346	0.444	0.846	1.239
6	WL Beam m	9.424	4.850	4.287	3.706
7	Wetted Area m ²	9.496	12.179	13.510	13.946
8	Waterpl. Area m ²	6.290	5.181	5.624	5.543
9	Prismatic Coeff.	0.687	0.579	0.412	0.268
10	Block Coeff.	0.372	0.332	0.026	0.022
11	LCB to zero pt. m	0.206	0.205	0.198	0.195
12	VCB from DWL m	0.119	0.135	0.200	0.280
13	GZ m	0.000	0.701	0.828	0.839
14	LCF to zero pt. m	0.036	0.406	0.208	0.342
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.203	-0.306	-0.276

	20	25	30	40	50	60
1	1.169	1.168	1.168	1.168	1.168	1.168
2	0.251	0.237	0.224	0.190	0.135	0.039
3	0.369	0.371	0.373	0.370	0.359	0.326
4	9.259	9.263	9.265	9.265	9.260	9.243
5	1.624	1.997	2.354	3.011	3.575	4.025
6	2.829	2.299	1.946	1.510	1.257	1.097
7	14.224	14.376	14.495	14.721	15.012	15.505
8	5.381	5.278	5.240	5.345	5.698	6.417
9	0.198	0.172	0.159	0.146	0.139	0.135
10	0.023	0.024	0.024	0.025	0.026	0.027
11	0.195	0.191	0.188	0.186	0.183	0.189
12	0.365	0.451	0.535	0.692	0.828	0.938
13	0.791	0.721	0.639	0.454	0.255	0.057
14	0.261	0.182	0.121	0.031	-0.048	-0.129
15	-0.231	-0.232	-0.249	-0.300	-0.360	-0.430

	70	80	90
1	1.167	1.167	1.168
2	-0.189	-0.951	0.000
3	0.243	0.001	0.000
4	9.202	9.177	9.386
5	4.348	4.544	4.604
6	0.994	0.923	1.255
7	16.243	16.375	16.442
8	7.506	7.351	7.012
9	0.133	0.131	0.127
10	0.028	0.029	0.030
11	0.183	0.186	0.184
12	1.017	1.067	1.089
13	-0.119	-0.281	-0.445
14	-0.229	-0.147	-0.129
15	-0.508	-0.541	-0.566

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax13.079	m.Radians	0.126
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

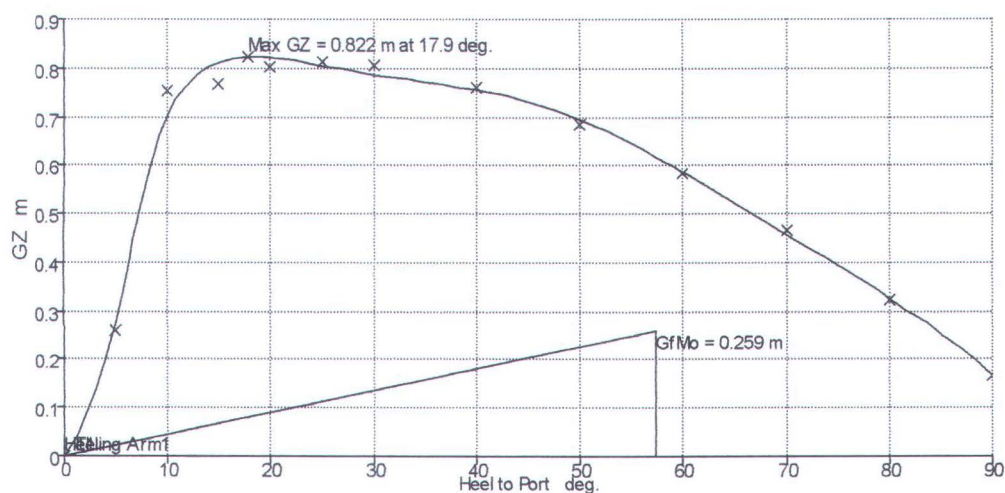
	Actual	Status
1	0.371	Pass (to Port)
2	0.467	Pass (to Port)
3	0.096	Pass (to Port)
4	0.637	Pass (to Port)
5	13.079	Pass (to Port)
6	21.903	Pass (to Port)
7	0.146	Pass (to Port)
8	13.079	Pass (to Port)

Stability Calculation - Soppe

Loadcase - Loadcase berat kosong
Damage Case - Intact
Free to Trim
Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190
2	konstruksi	1	0.0000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354
5	- gading 3	1	0.0005	0.569
6	- gading 4	1	0.0005	1.122
7	- gading 5	1	0.0004	1.166
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782
9	Cadik	1	0.0000	0.000
10	No 1	1	0.0046	0.052
11	No 2	1	0.0046	0.052
12	pegangan Cadik	1	0.0000	0.000
13	No 1	1	0.0025	-1.313
14		Total Weight=	0.0493	LCG=0.018 m
15				
16				

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.115	0.000
2	0.000	0.000
3	0.105	0.000
4	0.110	0.000
5	0.123	0.000
6	0.149	0.000
7	0.150	0.000
8	0.000	0.000
9	0.000	0.000
10	0.126	0.000
11	0.126	0.000
12	0.000	0.000
13	0.150	0.000
14	VCG=0.115 m	0
15	FS corr.=0 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.0493	0.0493	0.0493	0.0493
2	Draft at FP m	0.089	0.076	0.072	0.070
3	Draft at AP m	0.084	0.082	0.048	0.036
4	WL Length m	3.248	3.181	3.293	2.898
5	Immersed Depth m	0.088	0.079	0.184	0.320
6	WL Beam m	0.491	1.900	1.671	1.593
7	Wetted Area m ²	1.164	1.427	1.884	1.896
8	Waterpl. Area m ²	1.064	1.231	0.820	0.793
9	Prismatic Coeff.	0.566	0.554	0.591	0.615
10	Block Coeff.	0.345	0.331	0.193	0.106
11	LCB to zero pt. m	0.020	0.018	0.017	0.020
12	VCB from DWL m	0.028	0.025	0.059	0.120
13	GZ m	0.000	0.260	0.753	0.769
14	LCF to zero pt. m	-0.028	-0.028	0.044	0.072
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.323	-0.072	-0.111

	20	25	30	40	50	60
1	0.0493	0.0493	0.0493	0.0493	0.0493	0.0493
2	0.068	0.067	0.064	0.053	0.012	-0.073
3	0.016	-0.012	-0.041	-0.126	-0.238	-0.421
4	2.875	2.861	2.809	2.093	2.611	2.611
5	0.451	0.582	0.711	0.947	1.143	1.295
6	1.412	1.028	0.877	0.692	0.568	0.476
7	1.986	2.038	2.060	2.053	2.054	2.068
8	0.768	0.727	0.709	0.653	0.624	0.616
9	0.508	0.439	0.386	0.435	0.320	0.303
10	0.079	0.063	0.052	0.052	0.035	0.033
11	0.021	0.024	0.026	0.041	0.044	0.053
12	0.180	0.241	0.301	0.412	0.508	0.585
13	0.802	0.815	0.807	0.761	0.684	0.585
14	0.083	0.157	0.197	0.268	0.294	0.317
15	-0.156	-0.158	-0.177	-0.222	-0.269	-0.297

	70	80	90
1	0.0493	0.0493	0.0494
2	-0.260	-0.818	0.000
3	-0.767	-1.795	0.000
4	2.631	2.702	2.753
5	1.401	1.461	1.472
6	0.398	0.331	0.285
7	2.063	2.056	2.053
8	0.558	0.499	0.452
9	0.295	0.286	0.281
10	0.035	0.037	0.042
11	0.057	0.060	0.054
12	0.643	0.680	0.695
13	0.464	0.323	0.168
14	0.313	0.319	0.311
15	-0.299	-0.288	-0.267

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax17.918	m.Radians	0.092
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

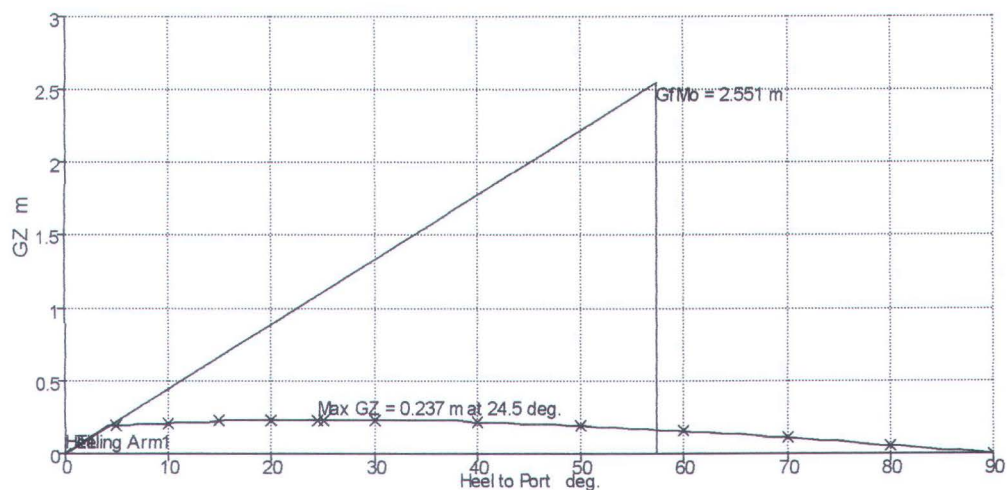
	Actual	Status
1	0.334	Pass (to Port)
2	0.469	Pass (to Port)
3	0.135	Pass (to Port)
4	0.787	Pass (to Port)
5	17.918	Pass (to Port)
6	0.259	Pass (to Port)
7	0.164	Pass (to Port)
8	17.918	Pass (to Port)

Stability Calculation - Soppe

Loadcase - Loadcase kondisi 2 penumpang
Damage Case - Intact
Free to Trim
Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190
2	konstruksi	1	0.0000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354
5	- gading 3	1	0.0005	0.569
6	- gading 4	1	0.0005	1.122
7	- gading 5	1	0.0004	1.166
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782
9	Cadik	1	0.0000	0.000
10	No 1	1	0.0046	0.052
11	No 2	1	0.0046	0.052
12	pegangan Cadik	1	0.0000	0.000
13	No 1	1	0.0025	-1.313
14	Penumpang	2	0.0650	0.000
15		Total Weight=	0.1793	LCG=0.00 5 m

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.115	0.000
2	0.000	0.000
3	0.105	0.000
4	0.110	0.000
5	0.123	0.000
6	0.149	0.000
7	0.150	0.000
8	0.000	0.000
9	0.000	0.000
10	0.126	0.000
11	0.126	0.000
12	0.000	0.000
13	0.150	0.000
14	0.300	0.000
15	VCG=0.249 m	0
17	FS corr.=0 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.1793	0.1794	0.1792	0.1793
2	Draft at FP m	0.189	0.179	0.177	0.175
3	Draft at AP m	0.172	0.156	0.153	0.147
4	WL Length m	3.777	3.759	3.758	3.749
5	Immersed Depth m	0.183	0.170	0.288	0.424
6	WL Beam m	3.335	1.884	1.725	1.568
7	Wetted Area m ²	2.194	2.839	2.938	3.092
8	Waterpl. Area m ²	1.705	1.555	1.509	1.530
9	Prismatic Coeff.	0.577	0.584	0.586	0.561
10	Block Coeff.	0.329	0.451	0.239	0.152
11	LCB to zero pt. m	0.005	0.005	0.002	0.006
12	VCB from DWL m	0.065	0.062	0.079	0.096
13	GZ m	0.000	0.199	0.212	0.227
14	LCF to zero pt. m	0.020	-0.050	-0.012	-0.023
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.082	-0.060	-0.102

	20	25	30	40	50	60
1	0.1792	0.1792	0.1793	0.1792	0.1794	0.1793
2	0.170	0.165	0.157	0.133	0.103	0.052
3	0.142	0.135	0.126	0.103	0.067	0.014
4	3.740	3.729	3.697	3.574	3.346	3.069
5	0.556	0.684	0.812	1.045	1.246	1.412
6	1.059	0.881	0.761	0.617	0.538	0.473
7	3.177	3.219	3.238	3.266	3.303	3.324
8	1.509	1.515	1.512	1.436	1.325	1.234
9	0.512	0.480	0.462	0.452	0.470	0.507
10	0.121	0.101	0.087	0.079	0.081	0.086
11	0.003	0.004	0.007	0.006	0.010	0.006
12	0.114	0.132	0.149	0.182	0.214	0.243
13	0.236	0.237	0.235	0.223	0.196	0.158
14	-0.004	0.004	0.016	0.021	0.020	0.018
15	-0.113	-0.137	-0.163	-0.198	-0.213	-0.222

	70	80	90
1	0.1794	0.1793	0.1793
2	-0.039	-0.324	0.000
3	-0.096	-0.415	0.000
4	3.017	3.076	3.218
5	1.537	1.615	1.641
6	0.432	0.399	0.381
7	3.323	3.323	3.340
8	1.131	1.061	1.032
9	0.514	0.505	0.485
10	0.087	0.088	0.087
11	0.007	0.006	0.006
12	0.266	0.282	0.290
13	0.112	0.058	0.002
14	0.017	0.011	0.006
15	-0.232	-0.236	-0.231

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax24.471	m.Radians	0.067
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

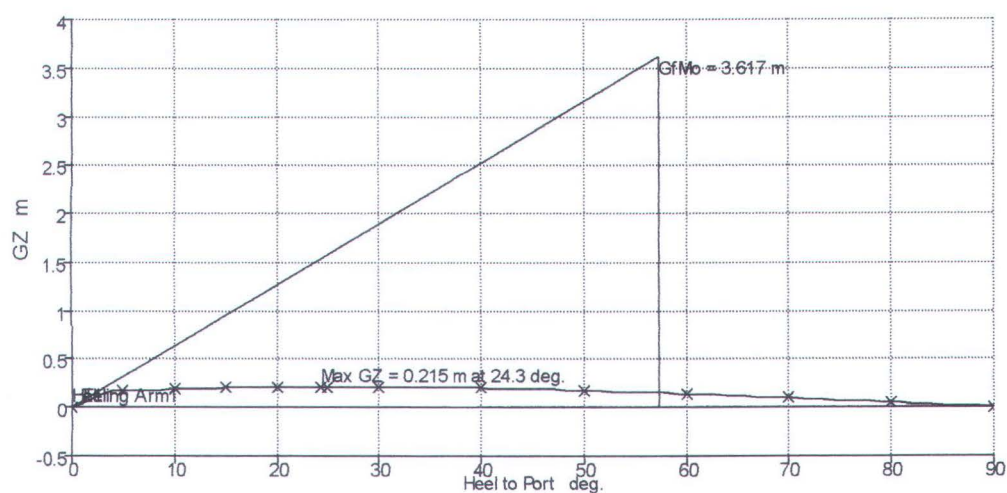
	Actual	Status
1	0.109	Pass (to Port)
2	0.149	Pass (to Port)
3	0.04	Pass (to Port)
4	0.235	Pass (to Port)
5	24.471	Pass (to Port)
6	2.551	Pass (to Port)
7	0.086	Pass (to Port)
8	24.471	Pass (to Port)

Stability Calculation - Soppe

Loadcase - Loadcase3 + muatan
Damage Case - Intact
Free to Trim
Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m
1	Kulit	1	0.0334	0.190
2	konstruksi	1	0.0000	0.000
3	- gading 1	1	0.0005	-1.323
4	- gading 2	1	0.0005	-0.354
5	- gading 3	1	0.0005	0.569
6	- gading 4	1	0.0005	1.122
7	- gading 5	1	0.0004	1.166
8	Kemudi	1	0.0018	-1.782
9	Cadik	1	0.0000	0.000
10	No 1	1	0.0046	0.052
11	No 2	1	0.0046	0.052
12	pegangan Cadik	1	0.0000	0.000
13	No 1	1	0.0025	-1.313
14	Penumpang	2	0.0650	0.000
15	Muatan	1	0.0250	0.000
16		Total Weight=	0.2043	LCG=0.00 4 m

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.115	0.000
2	0.000	0.000
3	0.105	0.000
4	0.110	0.000
5	0.123	0.000
6	0.149	0.000
7	0.150	0.000
8	0.000	0.000
9	0.000	0.000
10	0.126	0.000
11	0.126	0.000
12	0.000	0.000
13	0.150	0.000
14	0.300	0.000
15	0.200	0.000
16	VCG=0.243 m	0
18	FS corr.=0 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.2043	0.2044	0.2042	0.2041
2	Draft at FP m	0.202	0.196	0.194	0.192
3	Draft at AP m	0.186	0.170	0.168	0.163
4	WL Length m	3.794	3.773	3.771	3.766
5	Immersed Depth m	0.196	0.186	0.304	0.440
6	WL Beam m	3.352	1.845	1.726	1.536
7	Wetted Area m ²	2.448	3.012	3.087	3.254
8	Waterpl. Area m ²	1.851	1.588	1.568	1.592
9	Prismatic Coeff.	0.577	0.592	0.593	0.567
10	Block Coeff.	0.326	0.458	0.220	0.161
11	LCB to zero pt. m	0.004	0.004	0.004	0.004
12	VCB from DWL m	0.070	0.069	0.084	0.099
13	GZ m	0.000	0.180	0.189	0.206
14	LCF to zero pt. m	0.028	-0.036	-0.006	-0.023
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.062	-0.064	-0.103

	20	25	30	40	50	60
1	0.2041	0.2042	0.2042	0.2043	0.2044	0.2043
2	0.188	0.183	0.174	0.154	0.130	0.090
3	0.158	0.151	0.145	0.126	0.096	0.054
4	3.761	3.756	3.749	3.693	3.566	3.307
5	0.572	0.700	0.828	1.062	1.264	1.432
6	1.023	0.854	0.742	0.603	0.526	0.481
7	3.331	3.371	3.395	3.442	3.480	3.509
8	1.577	1.583	1.591	1.471	1.359	1.280
9	0.516	0.488	0.471	0.458	0.464	0.496
10	0.129	0.108	0.093	0.087	0.087	0.090
11	0.004	0.006	0.005	0.005	0.009	0.005
12	0.115	0.130	0.146	0.176	0.205	0.231
13	0.212	0.214	0.214	0.204	0.179	0.145
14	-0.002	0.003	0.008	0.012	0.012	0.009
15	-0.113	-0.138	-0.163	-0.190	-0.205	-0.215

	70	80	90
1	0.2044	0.2044	0.2043
2	0.020	-0.189	0.000
3	-0.032	-0.292	0.000
4	3.122	3.172	3.316
5	1.559	1.636	1.664
6	0.440	0.406	0.388
7	3.513	3.517	3.526
8	1.208	1.129	1.095
9	0.524	0.516	0.497
10	0.093	0.094	0.093
11	0.007	0.009	0.005
12	0.253	0.268	0.276
13	0.103	0.056	0.005
14	0.020	0.012	0.001
15	-0.222	-0.230	-0.229

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax24.349	m.Radians	0.068
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

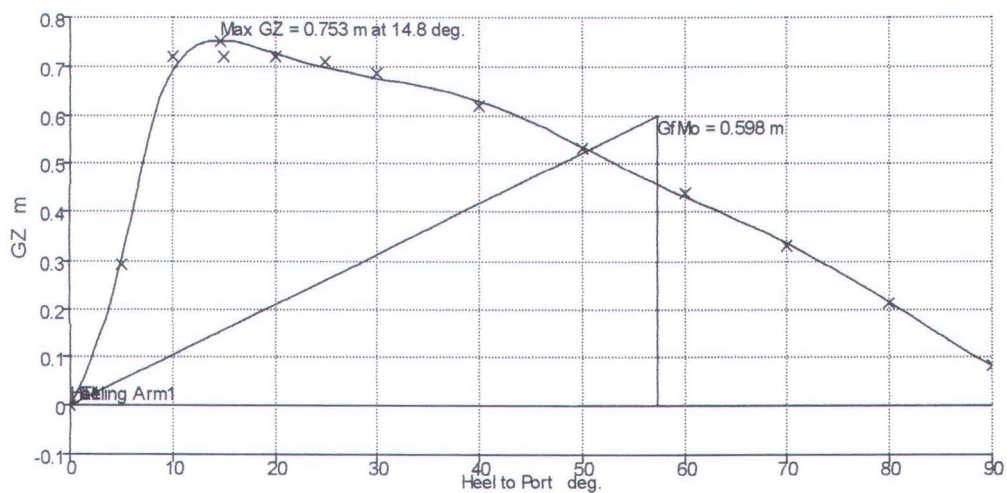
	Actual	Status
1	0.098	Pass (to Port)
2	0.135	Pass (to Port)
3	0.037	Pass (to Port)
4	0.214	Pass (to Port)
5	24.349	Pass (to Port)
6	3.617	Pass (to Port)
7	0.077	Pass (to Port)
8	24.349	Pass (to Port)

Stability Calculation - Lepas-lepa

Loadcase - Loadcase1 berat kosong
Damage Case - Intact
Free to Trim
Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037
2	konstruksi	0	0.0000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854
6	tiang	1	0.0044	0.665
7	Cadik	0	0.0000	0.000
8	- cadik 1	1	0.0016	0.344
9	- cadik 2	1	0.0016	0.344
10	pegangan Cadik	0	0.0000	0.000
11	- No 1	1	0.0018	0.631
12	- No 2	1	0.0018	1.743
13	layar	1	0.0000	-0.440
14		Total Weight=	0.0473	LCG=0.118 m
15				
16				

	Vert. Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.100	0.000
2	0.000	0.000
3	0.120	0.000
4	0.120	0.000
5	-0.037	0.000
6	0.750	0.000
7	0.000	0.000
8	0.135	0.000
9	0.135	0.000
10	0.000	0.000
11	0.150	0.000
12	0.150	0.000
13	1.155	0.000
14	VCG=0.163 m	0
15	FS corr.=0 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.0473	0.0473	0.0474	0.0473
2	Draft at FP m	0.064	0.045	-0.012	-0.034
3	Draft at AP m	0.049	0.054	0.072	0.070
4	WL Length m	3.088	3.613	3.357	3.359
5	Immersed Depth m	0.059	0.051	0.168	0.297
6	WL Beam m	0.612	1.864	1.673	1.440
7	Wetted Area m ²	1.494	1.716	1.869	1.827
8	Waterpl. Area m ²	1.458	1.598	1.026	0.939
9	Prismatic Coeff.	0.690	0.636	0.636	0.625
10	Block Coeff.	0.414	0.385	0.164	0.112
11	LCB to zero pt. m	0.117	0.114	0.114	0.111
12	VCB from DWL m	0.019	0.017	0.050	0.103
13	GZ m	0.000	0.292	0.720	0.721
14	LCF to zero pt. m	0.082	0.148	-0.225	-0.256
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.310	-0.112	-0.143

	20	25	30	40	50	60
1	0.0473	0.0473	0.0474	0.0474	0.0474	0.0473
2	-0.063	-0.099	-0.142	-0.249	-0.405	-0.658
3	0.067	0.062	0.057	0.036	-0.003	-0.082
4	3.356	3.350	3.339	1.989	1.990	3.255
5	0.421	0.540	0.654	0.861	1.037	1.175
6	1.336	1.180	0.369	0.356	0.379	0.418
7	1.773	1.731	1.692	1.641	1.641	1.684
8	0.859	0.873	0.730	0.673	0.678	0.725
9	0.625	0.630	0.630	1.039	1.017	0.602
10	0.063	0.011	0.057	0.076	0.059	0.029
11	0.107	0.105	0.097	0.086	0.073	0.062
12	0.154	0.203	0.249	0.333	0.403	0.457
13	0.721	0.710	0.686	0.619	0.533	0.438
14	-0.292	-0.109	-0.352	-0.377	-0.402	-0.419
15	-0.178	-0.240	-0.213	-0.246	-0.272	-0.298

	70	80	90
1	0.0473	0.0474	0.0473
2	-1.161	-2.654	0.000
3	-0.243	-0.723	0.000
4	3.206	3.180	3.286
5	1.272	1.326	1.337
6	0.407	0.369	0.332
7	1.716	1.717	1.683
8	0.718	0.670	0.593
9	0.597	0.618	0.634
10	0.028	0.030	0.032
11	0.048	0.042	0.031
12	0.494	0.515	0.520
13	0.333	0.214	0.083
14	-0.399	-0.419	-0.470
15	-0.298	-0.281	-0.254



	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax14.785	m.Radians	0.112
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

	Actual	Status
1	0.308	Pass (to Port)
2	0.422	Pass (to Port)
3	0.114	Pass (to Port)
4	0.676	Pass (to Port)
5	14.785	Pass (to Port)
6	0.598	Pass (to Port)
7	0.118	Pass (to Port)
8	14.785	Pass (to Port)

Stability Calculation - Lepa-lepa

Loadcase - Loadcase2 dg 1 penumpang

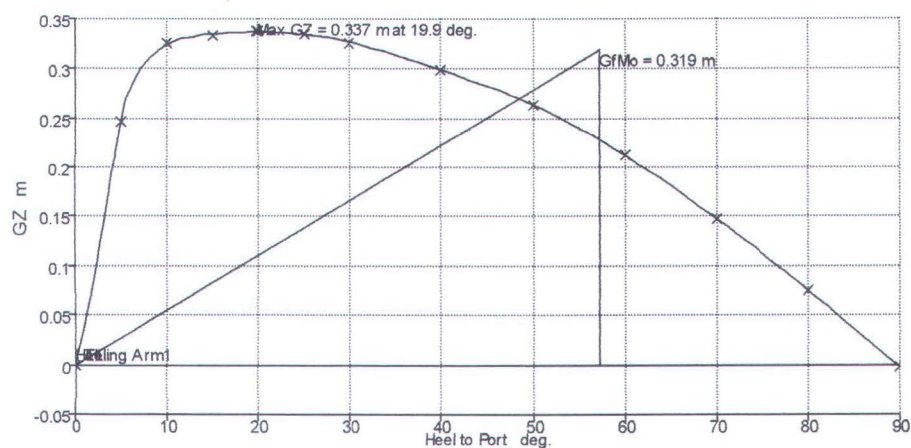
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037
2	konstruksi	0	0.0000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854
6	tiang	1	0.0044	0.665
7	Cadik	0	0.0000	0.000
8	- cadik 1	1	0.0016	0.344
9	- cadik 2	1	0.0016	0.344
10	pegangan Cadik	0	0.0000	0.000
11	- No 1	1	0.0018	0.631
12	- No 2	1	0.0018	1.743
13	layar	1	0.0000	-0.440
14	1 penumpang	1	0.0650	0.000
15		Total Weight=	0.1123	LCG=0.05 0 m

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.100	0.000
2	0.000	0.000
3	0.120	0.000
4	0.120	0.000
5	-0.037	0.000
6	0.750	0.000
7	0.000	0.000
8	0.135	0.000
9	0.135	0.000
10	0.000	0.000
11	0.150	0.000
12	0.150	0.000
13	1.155	0.000
14	0.300	0.000
15	VCG=0.242 m	0
16	FS corr.=0 m	
17	VCG fluid=0.242 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.1124	0.1123	0.1123	0.1122
2	Draft at FP m	0.097	0.069	0.053	0.042
3	Draft at AP m	0.093	0.101	0.105	0.103
4	WL Length m	3.436	3.834	3.496	3.491
5	Immersed Depth m	0.095	0.091	0.213	0.345
6	WL Beam m	0.712	1.937	1.708	1.531
7	Wetted Area m ²	1.938	2.335	2.561	2.512
8	Waterpl. Area m ²	1.810	1.950	1.601	1.507
9	Prismatic Coeff.	0.695	0.633	0.691	0.687
10	Block Coeff.	0.470	0.411	0.225	0.151
11	LCB to zero pt. m	0.050	0.045	0.046	0.045
12	VCB from DWL m	0.035	0.032	0.055	0.080
13	GZ m	0.000	0.246	0.325	0.333
14	LCF to zero pt. m	0.049	0.105	-0.044	-0.062
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.224	-0.073	-0.106

	20	25	30	40	50	60
1	0.1124	0.1122	0.1124	0.1123	0.1123	0.1123
2	0.027	0.006	-0.018	-0.089	-0.204	-0.388
3	0.099	0.095	0.087	0.063	0.021	-0.053
4	3.481	3.468	3.453	3.410	3.362	3.322
5	0.473	0.595	0.712	0.923	1.100	1.239
6	1.169	0.505	0.498	0.503	0.489	0.454
7	2.478	2.428	2.397	2.355	2.351	2.338
8	1.510	1.357	1.319	1.277	1.234	1.106
9	0.686	0.681	0.677	0.671	0.665	0.672
10	0.029	0.105	0.090	0.069	0.061	0.059
11	0.047	0.042	0.042	0.038	0.031	0.030
12	0.105	0.128	0.151	0.190	0.220	0.245
13	0.338	0.334	0.325	0.299	0.264	0.213
14	0.030	-0.092	-0.097	-0.123	-0.130	-0.144
15	-0.166	-0.167	-0.195	-0.248	-0.289	-0.289

	70	80	90
1	0.1122	0.1122	0.1124
2	-0.742	-1.760	0.000
3	-0.197	-0.631	0.000
4	3.282	3.269	3.327
5	1.340	1.399	1.416
6	0.432	0.396	0.371
7	2.340	2.347	2.347
8	1.023	0.969	0.926
9	0.687	0.702	0.705
10	0.058	0.060	0.063
11	0.025	0.022	0.023
12	0.264	0.277	0.283
13	0.148	0.075	-0.002
14	-0.160	-0.179	-0.173
15	-0.277	-0.255	-0.226

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax19.853	m.Radians	0.083
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

	Actual	Status
1	0.152	Pass (to Port)
2	0.207	Pass (to Port)
3	0.055	Pass (to Port)
4	0.326	Pass (to Port)
5	19.853	Pass (to Port)
6	0.319	Pass (to Port)
7	0.093	Pass (to Port)
8	19.853	Pass (to Port)

Stability Calculation - Lepa-lepa

Loadcase - Loadcase3 dg muatan 25 kg

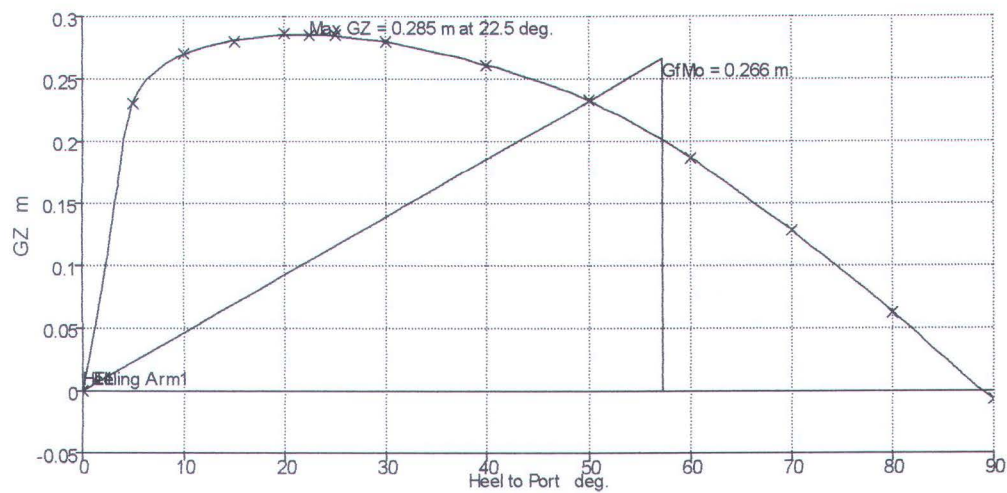
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific Gravity = 1.025

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m
1	Kulit	1	0.0333	0.037
2	konstruksi	0	0.0000	0.000
3	- gading 1	1	0.0007	-0.626
4	- gading 2	1	0.0008	-0.845
5	Kemudi	1	0.0015	-1.854
6	tiang	1	0.0044	0.665
7	Cadik	0	0.0000	0.000
8	- cadik 1	1	0.0016	0.344
9	- cadik 2	1	0.0016	0.344
10	pegangan Cadik	0	0.0000	0.000
11	- No 1	1	0.0018	0.631
12	- No 2	1	0.0018	1.743
13	layar	1	0.0000	-0.440
14	1 penumpang	1	0.0650	0.000
15	barang	1	0.0250	0.000
16		Total Weight=	0.1373	LCG=0.04 1 m

	Vert.Arm m	FS Mom. tonne.m
1	0.100	0.000
2	0.000	0.000
3	0.120	0.000
4	0.120	0.000
5	-0.037	0.000
6	0.750	0.000
7	0.000	0.000
8	0.135	0.000
9	0.135	0.000
10	0.000	0.000
11	0.150	0.000
12	0.150	0.000
13	1.155	0.000
14	0.300	0.000
15	0.250	0.000
16	VCG=0.244 m	0
17	FS corr.=0 m	



	Heel to Port degrees	0	5	10	15
1	Displacement tonne	0.1373	0.1374	0.1372	0.1372
2	Draft at FP m	0.108	0.079	0.069	0.060
3	Draft at AP m	0.108	0.117	0.119	0.117
4	WL Length m	3.533	3.886	3.534	3.533
5	Immersed Depth m	0.108	0.105	0.227	0.360
6	WL Beam m	0.729	1.949	1.708	1.550
7	Wetted Area m ²	2.053	2.542	2.727	2.691
8	Waterpl. Area m ²	1.876	1.983	1.719	1.641
9	Prismatic Coeff.	0.690	0.636	0.701	0.698
10	Block Coeff.	0.481	0.426	0.247	0.164
11	LCB to zero pt. m	0.040	0.039	0.038	0.037
12	VCB from DWL m	0.041	0.038	0.058	0.080
13	GZ m	0.000	0.231	0.270	0.280
14	LCF to zero pt. m	0.047	0.097	-0.020	-0.035
15	TCF to zero pt. m	0.000	-0.174	-0.064	-0.097

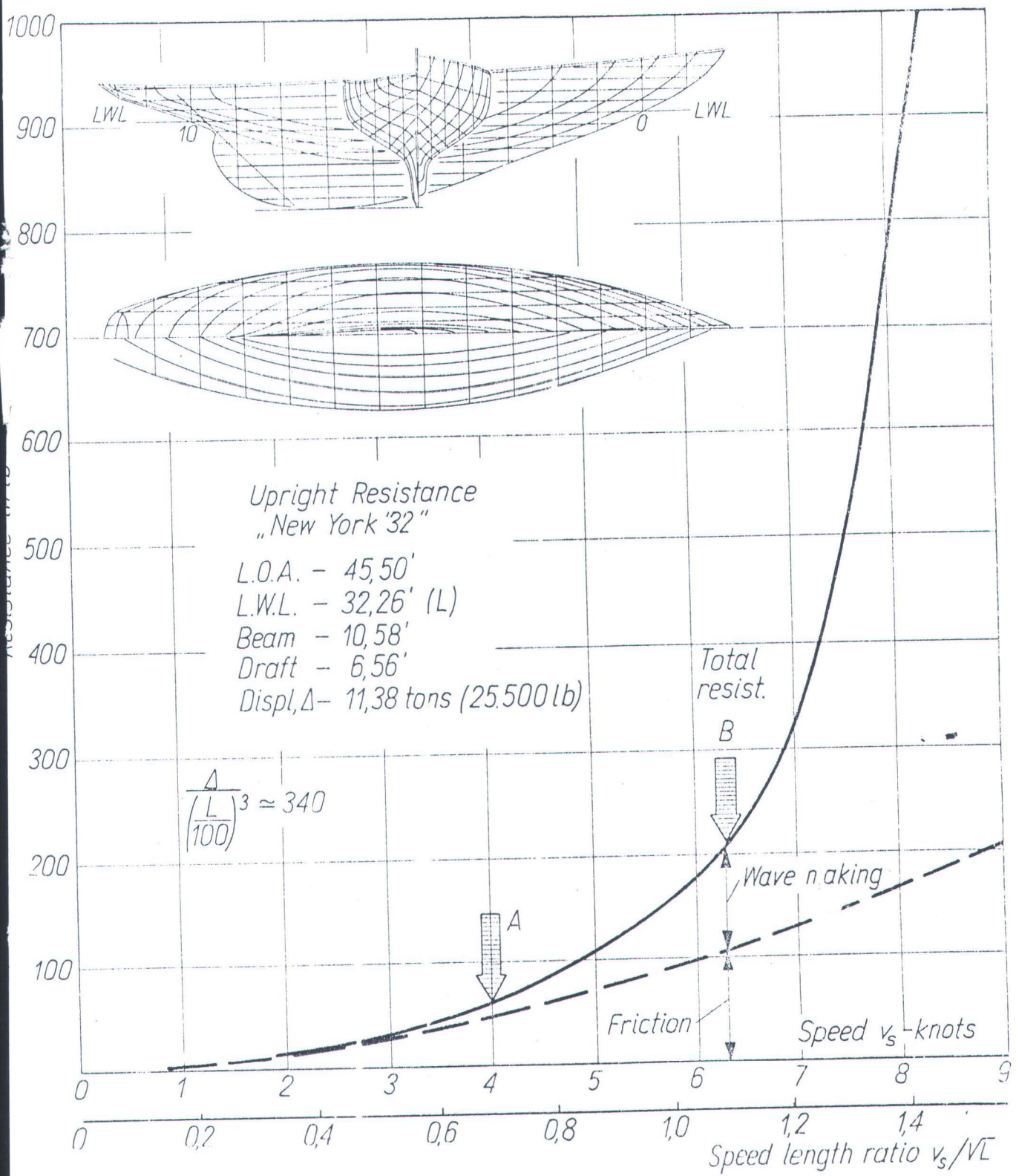
	20	25	30	40	50	60
1	0.1372	0.1372	0.1373	0.1372	0.1372	0.1373
2	0.047	0.029	0.007	-0.057	-0.161	-0.327
3	0.114	0.109	0.102	0.078	0.039	-0.026
4	3.528	3.513	3.495	3.450	3.395	3.362
5	0.488	0.612	0.729	0.941	1.118	1.259
6	0.568	0.548	0.538	0.546	0.493	0.471
7	2.664	2.614	2.580	2.552	2.537	2.524
8	1.562	1.502	1.462	1.436	1.314	1.172
9	0.696	0.693	0.689	0.682	0.683	0.692
10	0.137	0.114	0.098	0.076	0.071	0.067
11	0.036	0.035	0.034	0.033	0.028	0.024
12	0.101	0.121	0.139	0.172	0.198	0.220
13	0.286	0.285	0.279	0.261	0.233	0.187
14	-0.053	-0.066	-0.076	-0.093	-0.111	-0.131
15	-0.129	-0.161	-0.191	-0.248	-0.276	-0.277

	70	80	90
1	0.1374	0.1372	0.1374
2	-0.640	-1.546	0.000
3	-0.157	-0.549	0.000
4	3.323	3.306	3.357
5	1.362	1.423	1.441
6	0.438	0.405	0.383
7	2.527	2.533	2.535
8	1.084	1.029	0.990
9	0.708	0.723	0.722
10	0.068	0.070	0.072
11	0.021	0.018	0.018
12	0.238	0.250	0.256
13	0.128	0.063	-0.007
14	-0.143	-0.158	-0.153
15	-0.267	-0.249	-0.222

	Rule	Criteria	Units	Required
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0.055
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.09
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0.03
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0.2
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	12.5
6	IMO	GM	m	0.15
7	HSC multihull	Area Under GZ Curve up to GZmax22.493	m.Radians	0.073
8	HSC multihull	Maximum GZ	Degrees	10

	Actual	Status
1	0.131	Pass (to Port)
2	0.178	Pass (to Port)
3	0.047	Pass (to Port)
4	0.28	Pass (to Port)
5	22.493	Pass (to Port)
6	0.266	Pass (to Port)
7	0.094	Pass (to Port)
8	22.493	Pass (to Port)

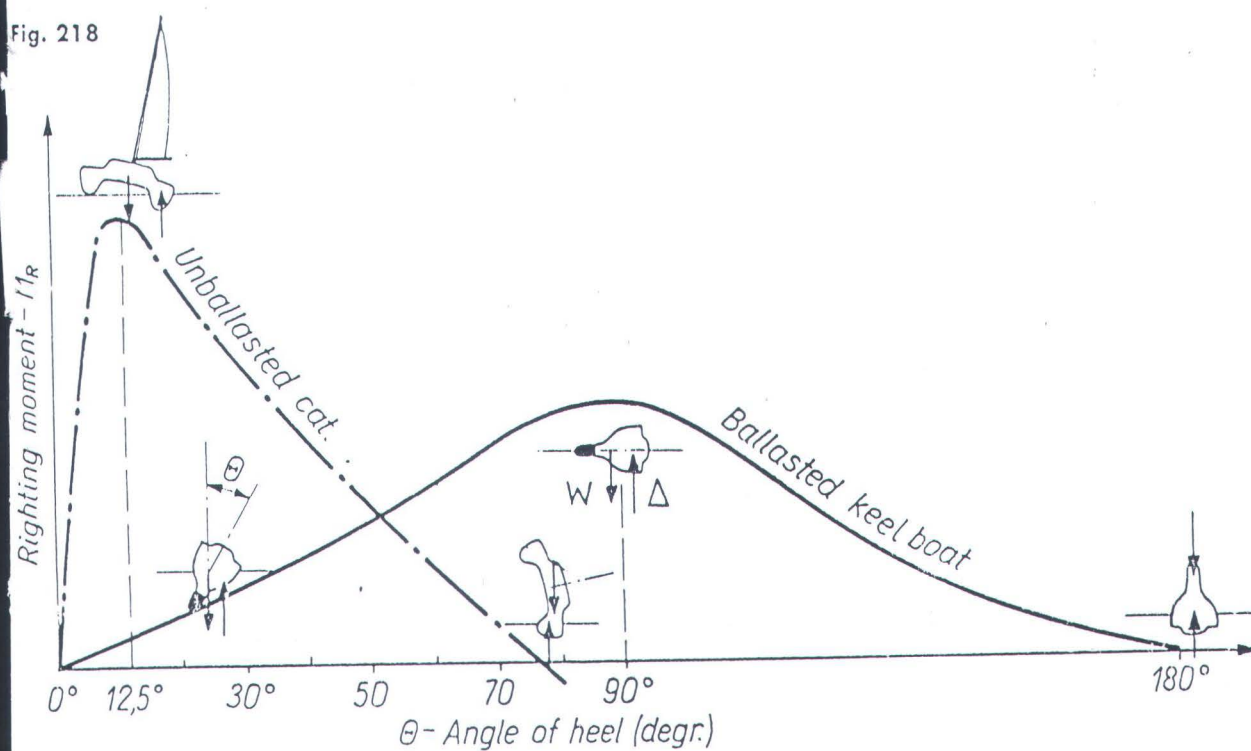
Fig. 155



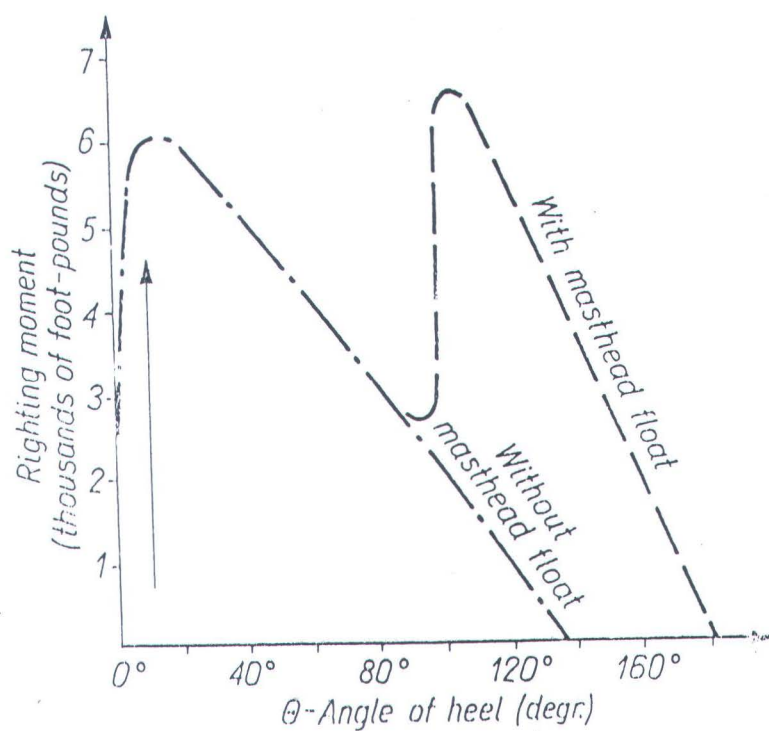
positive; the yacht cannot capsize. Ballast yachts can therefore sail more safely in heavy weather, even if they do not reef, than can any yacht whose stability is due entirely to her shape.

The difference in lateral stability between a ballast-keel boat and an unballasted catamaran whose stability is derived from her load-spreading form is shown in Fig. 218. A catamaran is clearly particularly stable at small angles of heel, but

Fig. 218

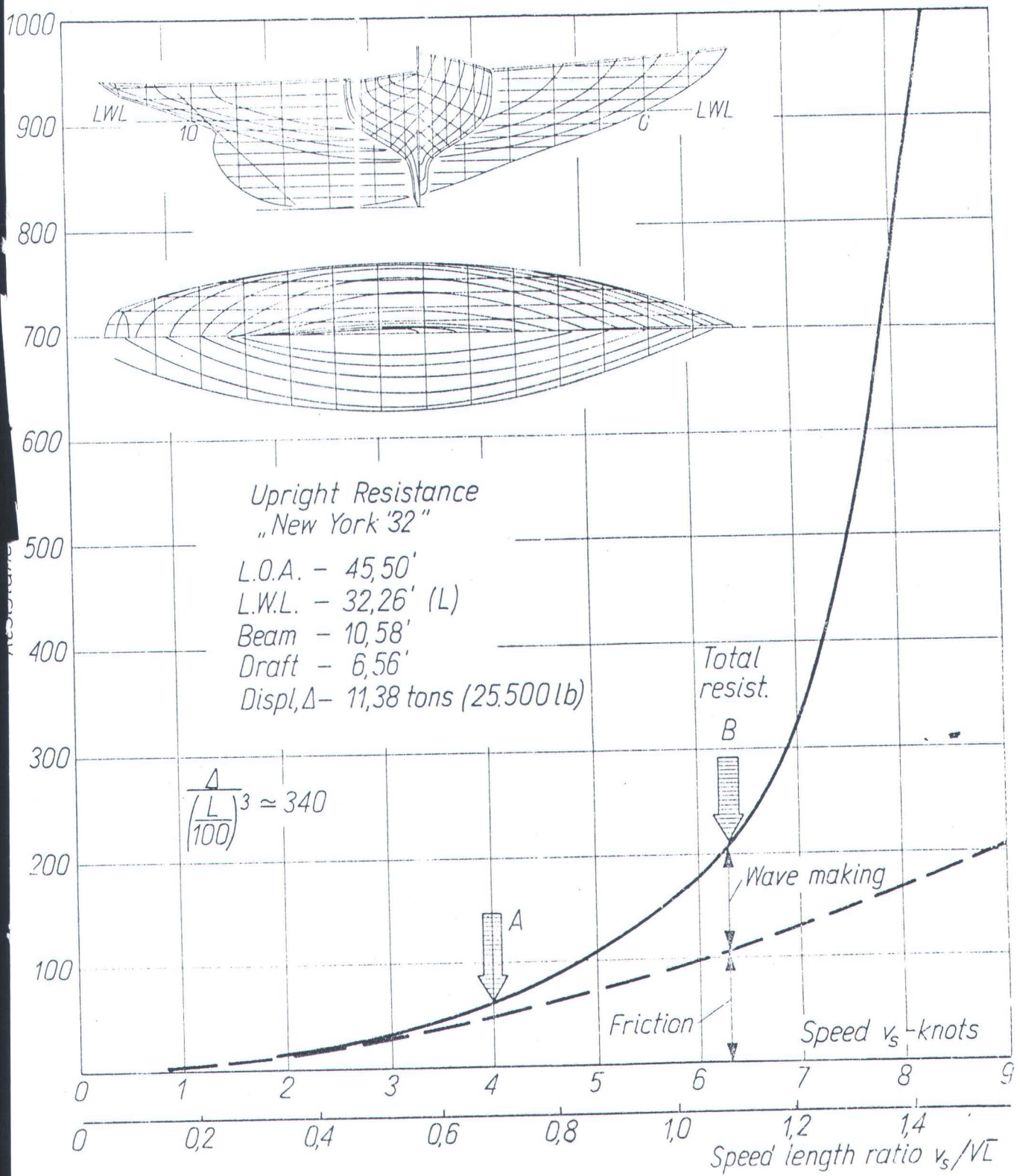


a



b

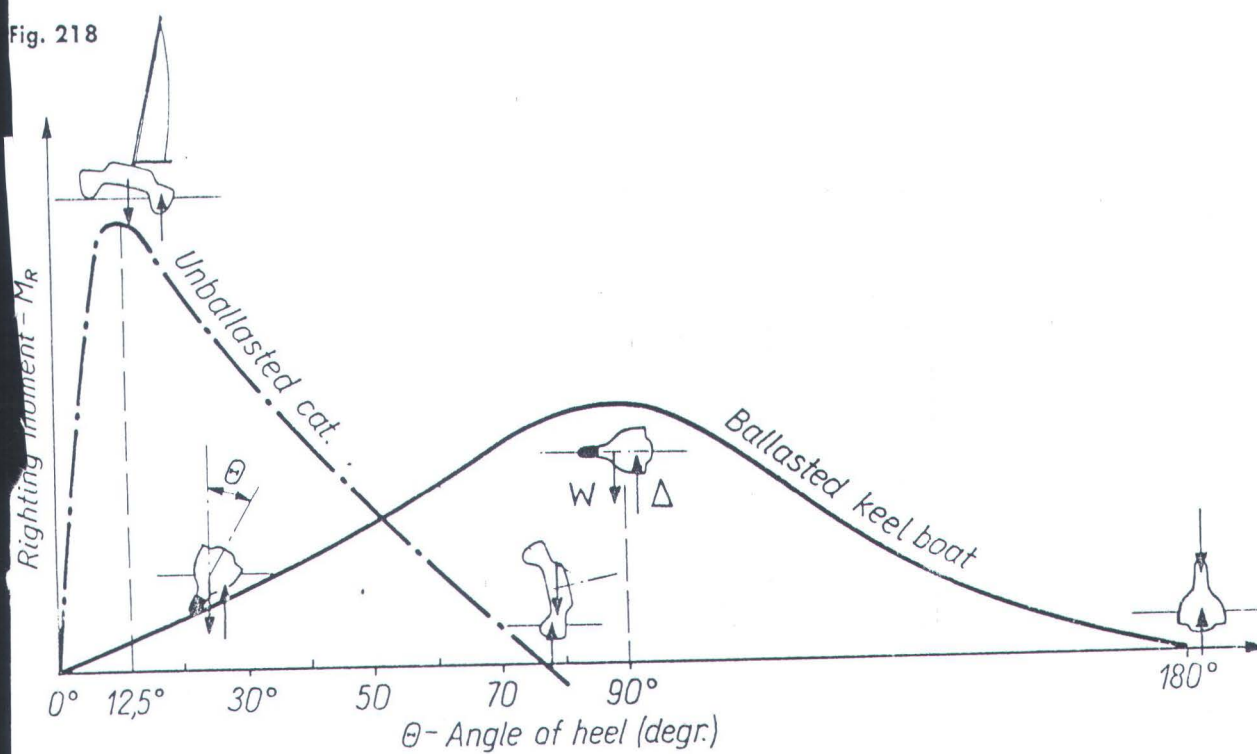
Fig. 155



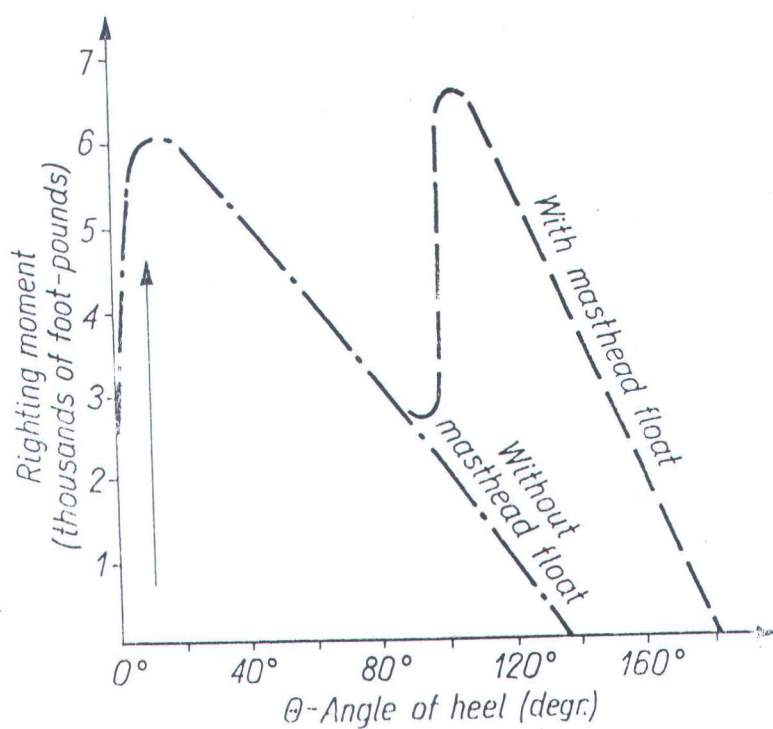
positive; the yacht cannot capsize. Ballast yachts can therefore sail more safely in heavy weather, even if they do not reef, than can any yacht whose stability is due entirely to her shape.

The difference in lateral stability between a ballast-keel boat and an unballasted catamaran whose stability is derived from her load-spreading form is shown in Fig. 218. A catamaran is clearly particularly stable at small angles of heel, but

Fig. 218



a



b